

Переменные звезды с эффектом Блажко
в шаровом звездном скоплении М3.

Н.П.Кукаркина, Б.В.Кукаркин

Исследованы три переменные звезды типа RR Lyr в скоплении М3, обладающие эффектом Блажко. Кроме собственных наблюдений использованы все наблюдения, имеющиеся в литературе.

Variable Stars with a Blazhko Effect in the Globular Cluster M3

N.P.Kukarkina and B.V.Kukarkin

Three RR Lyr type variables with a Blazhko effect in M3 are studied. All available observations and also those made by the authors are used.

При исследовании переменных звезд в шаровом скоплении М3 оказалось, что у некоторых переменных звезд ярко выражен эффект Блажко. У этих звезд сильно меняются кривые блеска от одной серии наблюдений к другой, — меняются амплитуда и положение максимума.

Переменные звезды оценивались по пластинкам, полученным с телескопом системы Шмидта Бюраканской обсерватории (J.D.2435577-615) и пластинкам, полученным с 40-см астрографом ГАИШ (J.D. 2433034-37130). Звездные величины определялись в интернациональной системе. В случае звезд с эффектом Блажко переобрабатывались также все имеющиеся в литературе наблюдения. Ниже приводятся результаты исследования трех звезд: V5, V35 и V38 (номера звезд даны по каталогу Со́йер [1]).

V5. Переменная была оценена на 151 пластинке. Была сделана попытка свести наблюдения в среднюю кривую с периодом $P=0.505894$, приведенным в каталоге Со́йер. Оказалось, что средние кривые можно построить только для отдельных коротких серий наблюдений, причем они сильно отличаются друг от друга по амплитудам (кривая из наблюдений за 1956 г. имеет амплитуду всего 0.4, а за 1959 г. — 1.3) и по положению максимумов. Все это заставило предположить наличие у V5 эффекта Блажко. Чтобы проверить это предположение, были переобработаны все имеющиеся в литературе наблюдения. Список использованных наблюдений приведен в табл.1.

Таблица 1

Автор	Ссылка	Интервал наблюдений	n
Бейли	2	J. D. 2413372 - 15161	49
Хетт	3	19479 - 20656	24
Ларинк	4	22455 - 22840	136
Мюллер	5	23858 - 24317	83
Гринштейн	6	24647 - 24684	75
Хетт	3	29367 - 29431	44
Бельсерина	7	31965 - 32700	38
Робертс и Сендидж	8	34447 - 34588	50
Кукаркина		35577 - 35615	53
Кукаркина		36633 - 37130	98

Все наблюдения были обработаны от элементов с периодом $0^d.505894$ и произвольной начальной эпохой 2430000.000.

В табл.2 приведены фазы точек, соответствующих серединам восходящих ветвей отдельных кривых. Наблюдения Гринштейна в таблицу не вошли, так как они дают только нисходящую ветвь. Во втором столбце таблицы дан юлианский день, соответствующий середине данного ряда наблюдений.

Таблица 2

Автор	J.D.	Фаза середины восх. ветви
Бейли	2415160.323	0 ^h .43
Хетт	19500.448	0.55:
"	20640.102	0.30:
Ларинк	22745.283	0.61
Мюллер	24310.509	0.59
Хетт	29400.369	0.71
Бельсерина	31980.388	0.63
"	32691.634	0.55
Робертс, Сендидж	34483.401	0.33
Кукаркина	35529.429	0.00
"	36670.204	-0.16

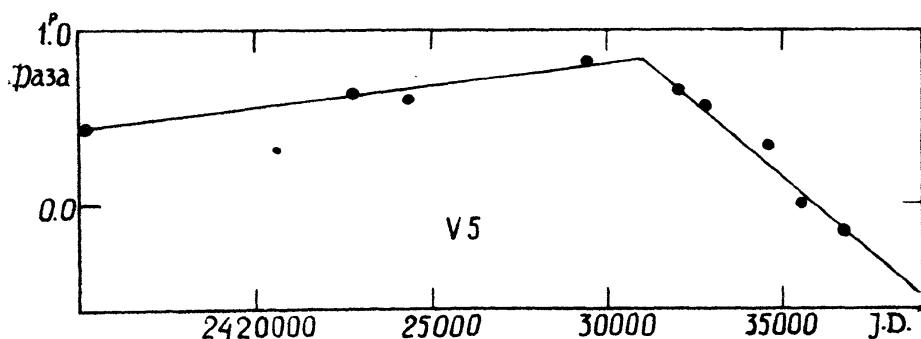


Рис.1

Из рис.1, видно, что период резко изменился при J. D. 2431500. До этого момента наблюдения удовлетворяет средний период 0.505899 , после — 0.505850 . На средние кривые, построенные от элементов с этими средними периодами, наслаиваются изменения, которые можно объяснить только эффектом Блажко. Можно очень приблизительно оценить величину периода эффекта Блажко: $P \approx 64^d$. Однако, это значение очень неуверенное, так как материал для его определения недостаточен.

На рис.2 приводятся наиболее характерные случаи влияния эффекта Блажко на среднюю кривую звезды. Средние кривые строились от элементов с периодом $0^d.505850$.

Наблюдения V5 приведены в таблице 5.

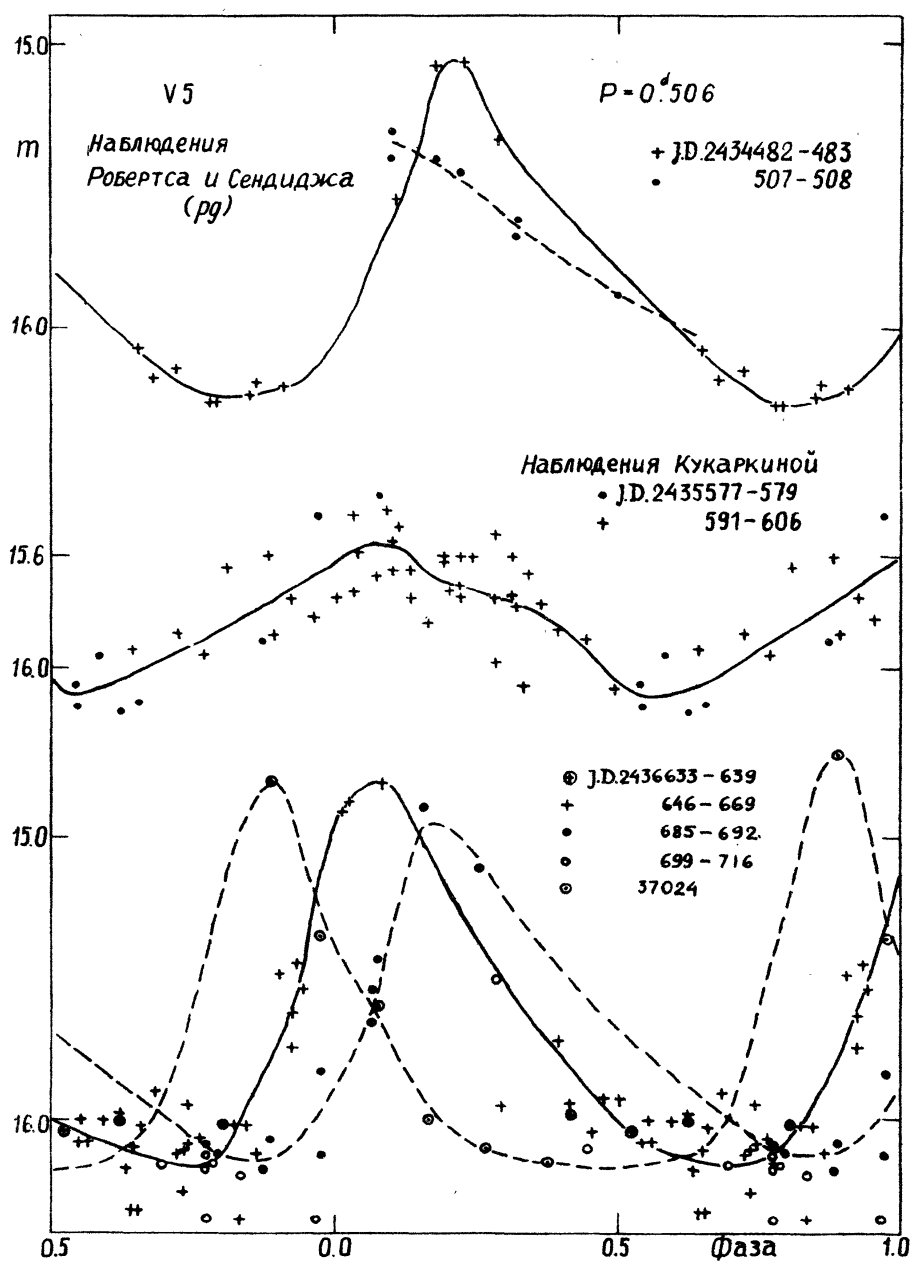


Рис.2

V35. Переменная была оценена на 176 пластинках. Обработка наблюдений от элементов с периодом $P = 0^d.530608$, взятым из каталога Со́йер, показала, что имеются две серии средних кривых, — средние кривые с амплитудой $1^m.2$ и средние кривые с амплитудой $0^m.2 - 0^m.4$. Очевидно, звезда обладает эффектом Блажко.

Для проверки этого предположения были переобработаны все наблюдения, перечисленные в табл.1 с добавлением ряда Славенаса [9], содержащего 59 наблюдений (J.D. 2424564-642). Наблюдения всех авторов, кроме наблюдений Бейли, дают более или менее удовлетво-

рительные средние кривые, правда явно меняющиеся по форме от одной серии наблюдений к другой. Наблюдения Бейли, охватывающие очень большой промежуток времени и малочисленные (52 наблюдения за J.D. 2413372-15160), естественно, дают несколько очень неуверенных кривых. Фазы максимумов всех средних кривых, вычисленные от элементов с периодом 0.530608 (начальная эпоха, как и для V5, взята произвольная, — 2430000.000) даны в таблице 3 и на рис.3. Во втором столбце таблицы приведены моменты нормальных максимумов.

Таблица 3

Автор	Норм. Max	Фаза
Бейли	J.D. 2413380.116	0.66:
"	691.111	0.77:
"	14072.135	0.86:
"	15160.624	1.26:
Хетт	20640.543	0.88:
Ларинк	22729.588	0.96:
"	840.491.	0.97:
Мюллер	24288.536	1.00:
"	312.413	1.00:
Славенас	590.456	1.08:
Гринштейн	665.268	1.01:
Хетт	29380.637	0.73:
Бельсерины	31980.383	0.29:
"	32700.328	0.12:
Робертс, Сендидж	34482.505	-0.13:
Кукаркина	35600.408	-0.30:
"	36600.468	-0.48:

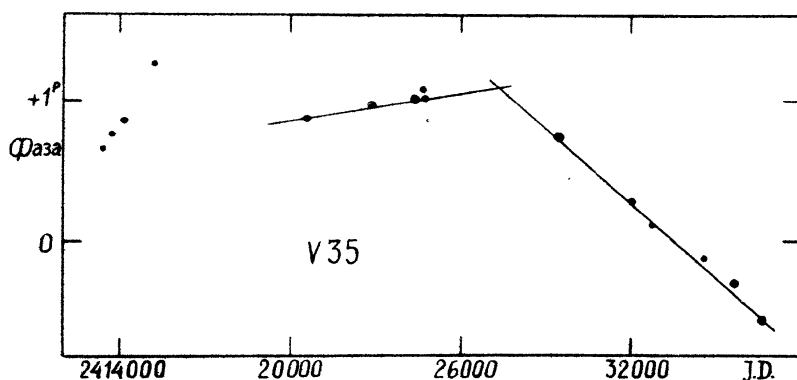


Рис.3

Период изменился при J.D. 2427000. После этого момента действует средний период 0.530561. С этим новым значением периода были переобработаны мои наблюдения, которые представлены в табл. 5 и на рис.4. На том же рисунке даны средние кривые из наблюдений Хетта и Бельсерины, которые демонстрируют изменение формы кривой под действием эффекта Блажко.

V38. Переменная оценивалась на 176 пластинках. Обработка наблюдений от элементов с периодом 0.5580326, взятым из каталога Сойер (начальная эпоха 2430000.000) показала, что отдельные серии наблюдений дают средние кривые явно отличающиеся по положению максимумов, и по амплитудам. Переобработка всех имеющихся в литературе

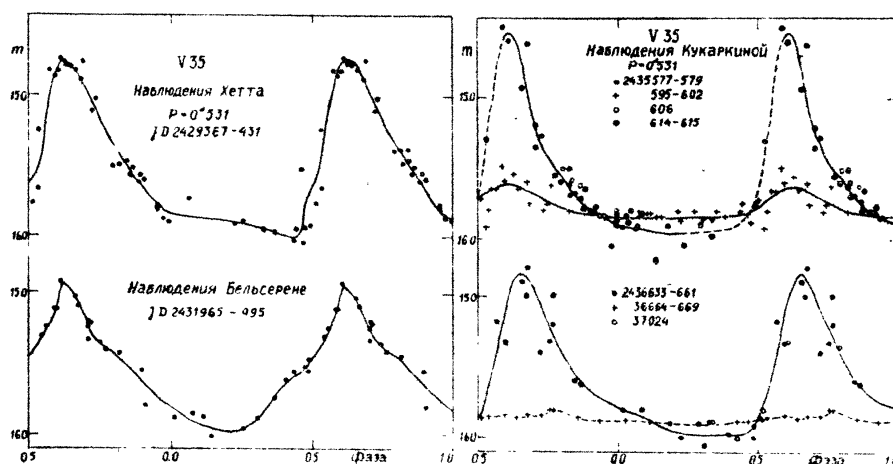


Рис.4

наблюдений (перечисленных в табл.1, с добавлением наблюдений Славенаса) показала, что в отличие от случая V35, у которой менялась преимущественно амплитуда, у V38, кроме амплитуды, сильно меняется положение максимума средней кривой. Как и в случае V5, максимум кривой с маленькой амплитудой колеблется около максимума кривой с большой амплитудой на величину, достигающую $0^{\circ}.2$. Амплитуды отличаются на $0^{\text{m}}.2 - 0^{\text{m}}.6$.

В таблице 4 и на рис.5 приведены положения максимумов средних кривых с большой и малой амплитудами.

Таблица 4

Автор	Чорм. Max	Фаза максимума кривой с мал.ампл. больш.ампл.	
Бейли	J.D.2413380.885		$0^{\circ}.30$
	680.521		$0^{\circ}.30$
Хетт	14074.264	$0^{\circ}.13$	
	20625.164		$0^{\circ}.20$
Ларинк	655.381	$0^{\circ}.35$	
	22731.179		$0^{\circ}.20:$
Мюллер	758.638	$0^{\circ}.40$	
	24289.661		$0^{\circ}.15$
Славенас	310.411	$0^{\circ}.20$	
	620.578		$0^{\circ}.22^*)$
Гринштейн	683.724		$0^{\circ}.18$
	29404.607	$0^{\circ}.05$	
Хетт	427.514		$0^{\circ}.10$
	31970.413	$0^{\circ}.00$	
Бельсерина	32683.590		$0^{\circ}.02$
	34482.609	$-0^{\circ}.12$	
Робертс, Сендидж	507.759		$-0^{\circ}.05$
	35599.260		$-0^{\circ}.07$
Кукаркин	614.321	$-0^{\circ}.08$	
	36662.295		$-0^{\circ}.10$
Кукаркина	691.280	$-0^{\circ}.16$	
	37024.414	$-0^{\circ}.18$	

*) Трудно сказать, к какой серии кривых относится данная кривая, так как наблюдения приведены с степенях.

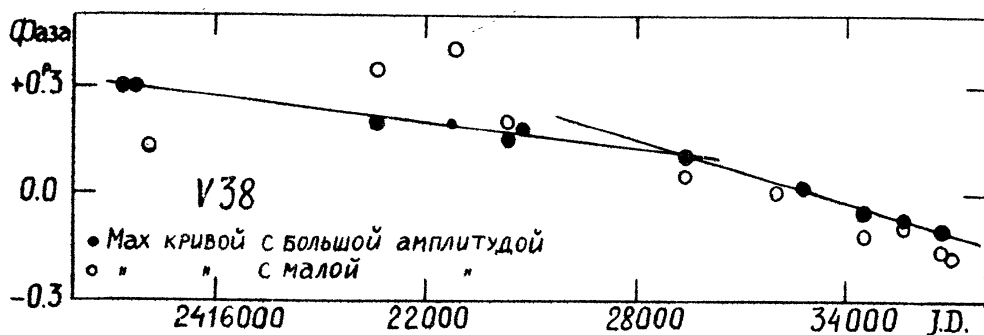


Рис. 5

Из рис.5 видно, что, если рассматривать только кривые с большой амплитудой, период изменился при J.D. 2429000. До этого момента действовал средний период $0^d5580285$, после $0^d5580233$. На рис.6 для иллюстрации влияния эффекта Блажко приведены средние кривые некоторых авторов. В таблице 5 приведены наблюдения V38. Пластины серии ВШ (J.D. 2435601 - 615) оценивались Б.В.Кукаркиным.

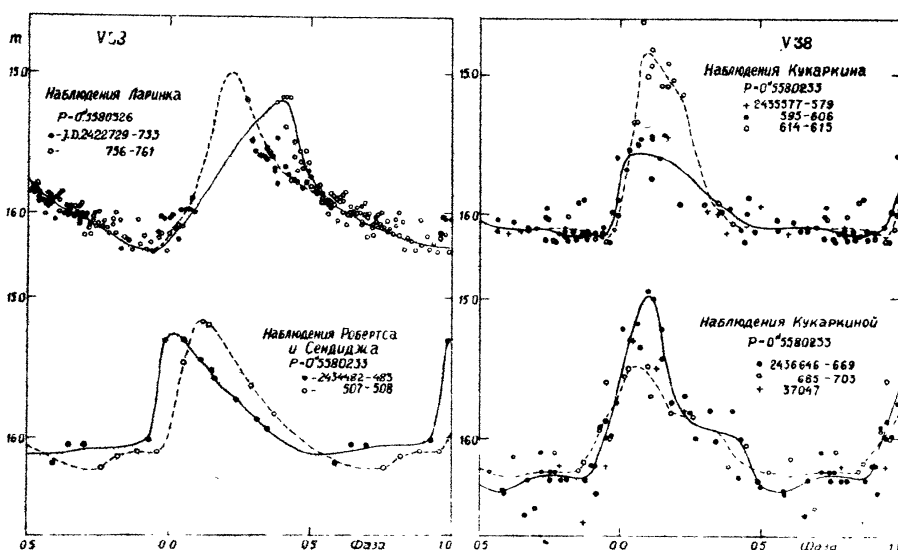


Рис.6

К сожалению, для всех трех звезд, на основании имеющегося материала невозможно определить величину периода эффекта Блажко. В случае V5, правда, $P \approx 64^d$, но эта величина очень неуверенная, так как нет ни одного непрерывного ряда наблюдений, охватывающего больше трех десятков дней.

Таблица 5

IPg - 10 ^m					IPg - 10 ^m				
Пласт.	J.D. 24...	V5	V35	V38	Пласт.	J.D. 24...	V5	V35	V38
A 140	33034.511	-	5. ^m 96	6. ^m 56	A 681	34131.321	5. ^m 30	5. ^m 88	6. ^m 56
597	34076.549	-	5.77	5.95	685	133.336	5.73:	5.77	5.62
668	126.399	-	5.80:	5.90:	702	144.392	6.00:	5.87	6.30
678	128.359	-	5.92	5.70:	706	146.430	5.92:	5.96	6.24

Таблица 5 (продолжение)

I Pg - 10 ^m					I Pg - 10 ^m				
Пласт.	J.D. 24...	V 5	V 35	V 38	Пласт.	J.D. 24...	V 5	V 35	V 38
857	34421.478	6.00:	4.67	6.00::	БШ 64	35606.495	5.78	5.90	5.50
875	453.310	6.11	5.36	6.00	66	614.243	—	5.35	6.20
879	454.362	6.11	5.44	6.00	67	.308	—	5.50	5.34
883	.516	6.30	5.66	5.95	69	.337	—	5.65:	4.82
889	455.422	6.11	5.32	6.00	71	.367	—	4.84	4.92
890	.460	6.11	5.00	5.95	73	.398	6.10	5.82	5.14
894	456.424	6.35	5.82	5.00	75	.440	6.10	5.80	5.93
1069	826.396	5.80	4.70	5.20	77	.468	6.10	6.15	5.92
1077	834.449	5.56	5.74	6.05	79	.494	5.75	5.90	6.07
1078	.477	5.60	5.88	6.25	81	615.243	—	4.50	6.04
1091	35219.385	5.80	5.91	5.95	82	.253	5.80	4.60	6.18
1097	226.458	6.11:	—	5.70	83	.276	—	4.93	6.12
БШ 8	577.540	5.38	5.30	5.45	84	.287	5.98	4.62	6.02
10	578.280	6.13	5.77	5.94	85	.302	—	5.20	5.92
12	.337	6.12	5.88	6.15	86	.315	—	5.27:	6.14
14	.448	5.90	6.05	6.10	88	.340	—	5.55:	6.18
16	.496	5.65	5.98	6.14	89	.352	—	5.60	6.11
18	579.290	6.05	5.62	5.98	90	.365	—	5.60	—
19	.313	5.95	5.73	6.00	91	.379	—	5.68:	6.11
20	.333	6.15	5.80	6.14	92	.393	—	5.79:	—
A 1317	591.323	6.11:	5.30	5.90:	94	.418	—	5.82:	5.34
1319	592.361	5.50:	5.20	5.95	95	.432	—	5.84:	4.62
1321	593.314	5.50:	5.78	6.20::	96	.445	—	6.06	5.01
БШ 21	595.294	5.93	5.87	5.59	97	.457	—	5.87	4.94
22	.337	5.87	5.84	5.46	98	.470	—	5.91	5.09
23	.360	5.95	5.82	5.44	99	.483	—	5.80	5.09
24	.380	5.64	5.84	5.60	100	.496	—	5.91:	5.04
26	.420	5.60	5.87	5.93	A 1482	36367.389	5.73	5.83	6.10
27	596.233	5.46	5.62	6.12	1485	368.370	6.45	5.81	6.20
28	.265	5.84	5.80	6.18	1486	.416	5.80	5.89	6.24
29	597.286	5.50	5.75	6.12	1487	.457	5.60:	—	6.00
30	598.293	5.55	5.65	5.98	1859	36633.614	6.01	5.80	6.00
31	.308	5.75	5.60	5.96	1868	639.490	5.98	5.80	5.95
A 1325	.339	5.73:	5.67	6.00:	1869	.542	6.04	5.90	6.00
1329	600.384	5.73	5.49	5.75	1870	.594	6.00	5.90	6.05
БШ 32	601.373	5.62	5.74	6.12	1876	646.514	5.50	5.89	6.40
33	.388	5.60	5.88	6.14	1877	.559	5.72	5.89:	6.20
34	.403	5.70	5.72	6.10	1878	.599	5.92	6.00	5.98
35	.419	5.75	5.80	5.99	1879	647.573	5.95	6.00	6.10
36	.434	5.74	5.66	6.01	1884	657.304	5.97	4.70	5.43
37	.450	5.66	5.60	5.68	1885	.359	5.94	5.20	5.82
39	.498	5.89	5.75	5.42	1886	.410	6.02	5.62	6.03
40	.526	6.07	5.80	5.44	1887	658.283	—	5.85	6.20
41	602.235	5.98	5.80	6.12	1888	.329	6.02	5.33	5.75
42	.250	5.75	5.82	5.88	1889	.373	6.32	4.80	5.35
43	.266	5.84	5.84	6.13	1890	.419	6.25	5.00	5.22
45	.310	5.59	5.80	6.04	1891	.463	5.62	5.60	5.70
46	.341	5.65	5.80	6.06	1895	660.491	5.44	5.00	6.24
47	.356	5.65	5.86	6.12	1896	.536	4.87	5.33	6.00
48	.372	5.84	5.86	6.12	1899	661.359	6.10	6.05	6.28
49	.387	5.60	5.80	6.10	1900	.404	6.10	5.95	6.35
50	.401	5.74	5.84	6.02	1901	.451	6.35	5.92	6.40
51	.430	5.98	5.80	6.14	1902	.497	5.74	5.18	6.30
52	.444	5.60	5.82	6.12	1903	.542	4.90	4.90	6.30
53	.458	6.06	5.75	6.13	1904	.578	4.84	5.40	6.30
54	.473	5.77	5.92	6.16	1905	664.505	6.11	6.05	5.18
55	.488	5.86	5.65	6.18	1907	666.327	6.04	5.84	5.80
58	606.334	5.75	5.50	6.20	1908	.372	6.07	5.80	5.80
59	.352	5.73	5.59	6.19	1909	.422	—	5.86	6.30
60	.370	5.67	5.62	6.18	1910	.468	6.32	5.88	6.40
61	.437	5.72	5.80	6.20	1911	.514	6.08	5.88:	6.56
62	.456	5.60	5.84	5.90	1912	.565	5.53	5.89	6.24
63	.478	5.52	5.90	5.54	1914	663.342	6.00	5.88	5.92

Таблица 5 (окончание)

I Pg - 10 ^m					I Pg - 10 ^m				
Пласт.	J.D. _{24...}	V5	V35	V38	Пласт.	J.D. _{24...}	V5	V35	V38
A 1915	36668.386	6.08	5.85	5.22	A 1938	36695.315	6.08	6.10::	5.70:
1916	.433	6.17	5.86	4.95	1939	699.322	6.16	5.30	6.05
1917	.477	6.11	5.84	5.75	1940	.367	6.16	5.60	6.24
1918	.529	6.02	5.60:	6.00	1941	.412	6.35	5.90	6.15
1919	.570	5.48	5.40:	6.00	1942	.458	6.35	5.95	6.50
1921	669.336	5.94	5.90	6.24	1945	700.401	6.20	5.40	6.20
1922	.380	5.92	5.88	6.30	1946	702.398	6.15	5.10	6.00
1923	.425	6.00	5.86	6.30	1949	703.408	6.13	5.92	6.10
1924	.469	5.90	5.84	5.88	1954	715.380	6.10	5.86	5.95
1925	.514	6.15	5.33::	5.30	1955	716.311	5.50	5.84	6.15
1926	.560	6.06	5.80:	5.00	2249	37024.280	4.70	5.90	6.20
1927	685.349	5.43	5.92	5.95	2250	.325	5.35	6.00	6.60
1928	687.279	6.07	5.88	6.18	2251	.372	5.60	5.80	6.00
1929	.324	5.82	5.88	5.60	2252	.419	6.00	5.33	5.30
1930	.369	5.53	5.98	5.50	2253	.470	6.10	4.70	5.50
1931	.415	5.00	6.05	5.70	2254	.524	6.15	5.35	5.80
1932	692.291	6.11	5.96	6.24	2275	047.491	5.20	5.90	6.30
1933	.336	6.17	5.40	5.95	2322	072.367	5.70	5.84	5.95
1934	.382	6.12	5.00	5.56	2442	128.324	6.15	5.90	5.90
1935	.427	5.65	4.85	5.48	2443	129.311	6.25	5.92	5.55
1936	.473	4.88	5.80	5.82	2445	130.318	6.11	5.90	6.24
1937	.520	5.10	6.05	5.85					

Литература

1. H.B.Sawyer, Toronto Publ. 2, №2, 1955.
2. S.I.Bailey, HA 78, 1, 1913.
3. J.H.Hett, AJ 50, 77, 1942.
4. J.Larink, Berg. Abh. 2, №6, 1926.
5. Th. Müller, Berl. Bab. Veröf. 11, 1, 1933.
6. J.L.Greenstein, AN 257, 301, 1935.
7. E.P.Belserene, AJ 57, 237, 1952.
8. M.Roberts, A.Sandage, AJ 60 №6 (185), 1955.
9. P.Slavenas, AN 240, 169, 1929.

Москва, Астросовет АН СССР,
декабрь 1960 г.