

Переменные звезды **21**, № 1, 97 – 103, 1978.

Variable Stars **21**, No 1, 97 – 103, 1978.

Об изменении периода AU Пегаса

Г.Е. Ерлексова

Обнаружено быстрое прогрессивное увеличение периода AU Peg, наблюдавшееся в течение 25 последних лет. Приводятся 36 моментов максимумов блеска.

On the Period Change of AU Pegasi

by G.E. Erleksowa

The rapid progressive increasing of the period of AU Peg is detected. It is lasting during the 25 recent years. The 36 moments of light maxima are presented.

Быстрое изменение периода AU Peg, сообщения о котором появились в последнее десятилетие, привлекают особое внимание к этой цефеиде. Отсутствие опубликованных наблюдений блеска между 1937 и 1949 годами не позволяло проследить за изменением периода от значения $2^d.39787$, установленного Кукаркиным (1938) для 1937 г. и ранее, к значению $2^d.3900$, с которым Кви (19676) свел фотоэлектрические наблюдения 1949–65 годов в средние кривые блеска лучшие, чем с $P=2^d.39787$. Более ранние наблюдения, по мнению Кви, удовлетворяются одним из ряда предложенных им альтернативных периодов. В нашей работе (Васильяновская, Ерлексова, 1970) достаточно уверенное изменение периода за 1949–64 годы также не связано с предыдущими годами. Желая проследить за дальнейшим изменением периода, мы получили 528 оценок блеска по душанбинским пластинкам за 1965–74 годы, из них 137-средние из оценок на двойных пластинках. Кроме того, получены 18 разбросанных оценок за 1939–50 годы, и 12 оценок по симеизским пластинкам 1933–52 годов любезно присланы О.Е. Манделем, за что автор выражает ему свою признательность. Нормальные и индивидуальные моменты максимумов блеска AU Peg, определенные автором из перечисленных фотографических наблюдений, наблюдений Паренаго и Кукаркина (1934), душанбинских фотоэлектрических наблюдений Н.Н. Киселева и И.И. Гавриловой, приведены в табл. 1. Моменты максимумов находились путем наложения на среднюю кривую блеска (или ее часть) сводной нормальной кривой. Очень неуверенные максимумы заключены в скобки. Эпохи и фазы вычислены от элементов, взятых из Второго дополнения к ОКПЗ 1969 – D II (1974):

$$\text{Max} = \text{JD } 2435624.984 + 2^d.39079 \text{ E.}$$

Диаграмма O – C от этих элементов представлена на рис. 1. Для ее построения использованы моменты максимумов блеска табл. 1, из

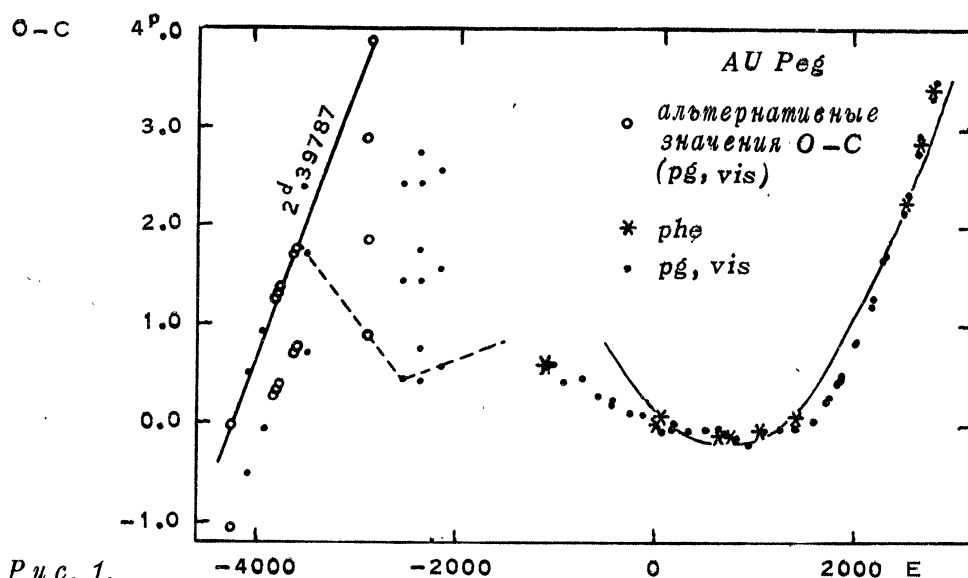
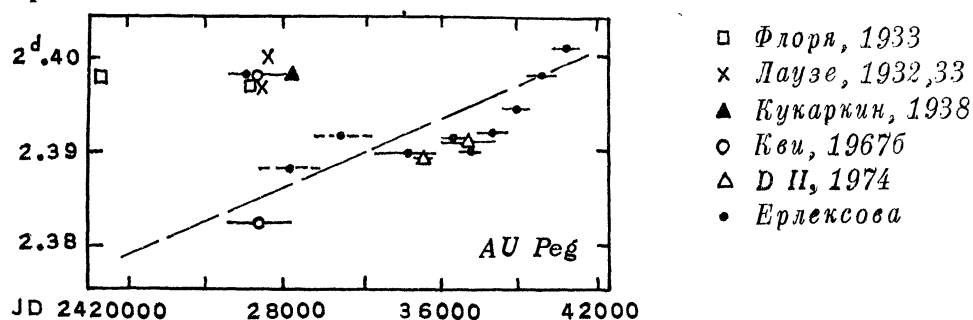


Рис. 1.

прежней нашей работы (1970) и полученные из моментов середин восходящей ветви табл. 5 статьи Кви (19676) путем прибавления $0^d.49$. $O - C$ (в долях периода) нанесены на диаграмму в фотографической системе. $O - C$ максимумы в визуальных лучах приведены к $O - C$ в фотографических лучах вычитанием $0^p.03$. Уклонения фотоэлектрических моментов максимумов блеска изображены звездочками, остальные — точками, кружки означают альтернативные значения $O - C$.

На рис. 1 со всей очевидностью видно, что начиная с 1949 г. (JD 2433150, $E = -1037$), период прогрессивно увеличивается. Однако параболическое представление этого увеличения далеко не удовлетворительное. Сплошная линия представляет параболу с коэффициентом при члене E^2 $7^p.3 \cdot 10^{-7}$. Отсюда получается очень большая скорость изменения периода $(\Delta P/P)_{100} = 0.022$, сравнимая с наибольшими теоретическими значениями из эволюционных расчетов Хоффмейстер (1967). По максимумам до JD 2433150 такое быстрое увеличение периода не прослеживается, но при нанесении $O - C$ этих максимумов на диаграмму мы никоим образом не гарантированы от просчета эпох. По этой причине состоящее из четырех мало точных максимумов связующее звено перехода к $P = 2^d.39787$, уверенно удовлетворяющему наблюдениям JD 2425500–27000, однозначно не определяется. Наиболее вероятным значениям периода в этом звене соответствуют штриховые прямые на рис.1, а сами значения приведены в табл. 2, содержащей определенные нами "временные" периоды за все время наблюдений. Поскольку имеются основательные сомнения относительно хода изменения периода до 1949 г., проверим такую гипотезу: средний период увеличивался на всем интервале наблюдений, испытывая при этом скачкообразные изменения как в сторону уменьшения, так и увеличения. На рис.2. мы нанесли все значения периодов, определенные нами и использовавшиеся другими авторами, отразив время их дей-

ствия горизонтальными отрезками. Предполагаемое постоянное возрастание среднего периода изображается штриховой прямой, а пределы скачкообразных изменений определяются отклонениями наблюдавшихся периодов от этой прямой, при этом исключается $P=2^d.39787$ и все более ранние. Значению $P=2^d.39787$ Кви нашел альтернативное значение $2^d.3819$, располагающееся ближе к прямой. С указанными альтернативными периодами построим средние кривые блеска по 170 наблюдениям Флори (1933), приходящимся на интервал их действия. Из-за малой амплитуды ($0^m.28$ vis) разброс визуальных наблюдений велик на той и другой кривой, но при $P=2^d.39787$ он все-таки меньше. По прямой возрастания периода найдем его значение для JD 2418540—19360.19 фотографических наблюдений за указанный интервал (Паренного, 1934) с найденным значением $2^d.378$ совершенно не сводятся в удовлетворительную кривую блеска, тогда как $P=2^d.3972$ (за пределами допустимых скачкообразных изменений) дает удовлетворительную кривую. Таким образом, гипотеза об увеличении среднего периода на всем интервале наблюдений не подтверждается. Можно заключить, что эволюционное изменение периода AU Peg происходит крайне неравномерно.



Р и с. 2.

Пользуясь шестью сериями фотоэлектрических наблюдений, попытаемся выяснить, сопровождается ли необычайно быстрое изменение периода изменениями кривых блеска и цвета. Серии перечислены в табл. 4. Наблюдения во всех сериях даются в UVV-системе Джонсона. При этом наблюдения серий 1 и 2 приведены к наблюдениям серии 3 авторами последней совмещением средних кривых блеска и цвета ряда хорошо отнаблюденных цефеид. Наблюдения серий 5 и 6 приведены в табл. 5. Они получены со звездой сравнения HD 203504, $V=9^m.14$, $B-V=+0^m.86$, $U-V=+0^m.52$. Описание фотометрических систем серий 5 и 6, различающихся только использованием разных ФЭУ, можно найти в статьях Киселева и Гавриловой в Таджикских бюллетенях (в печати). Средние кривые блеска V и цвета $B-V$, построенные с соответствующим для каждой серии периодом из табл. 2 и совмещенные по фазам максимумов, изображены на рис. 3 а, б различными символами. В табл. 3 приведены нормальные кривые блеска V по пяти сериям (без первой) и цвета $B-V$ по всем шести сериям.

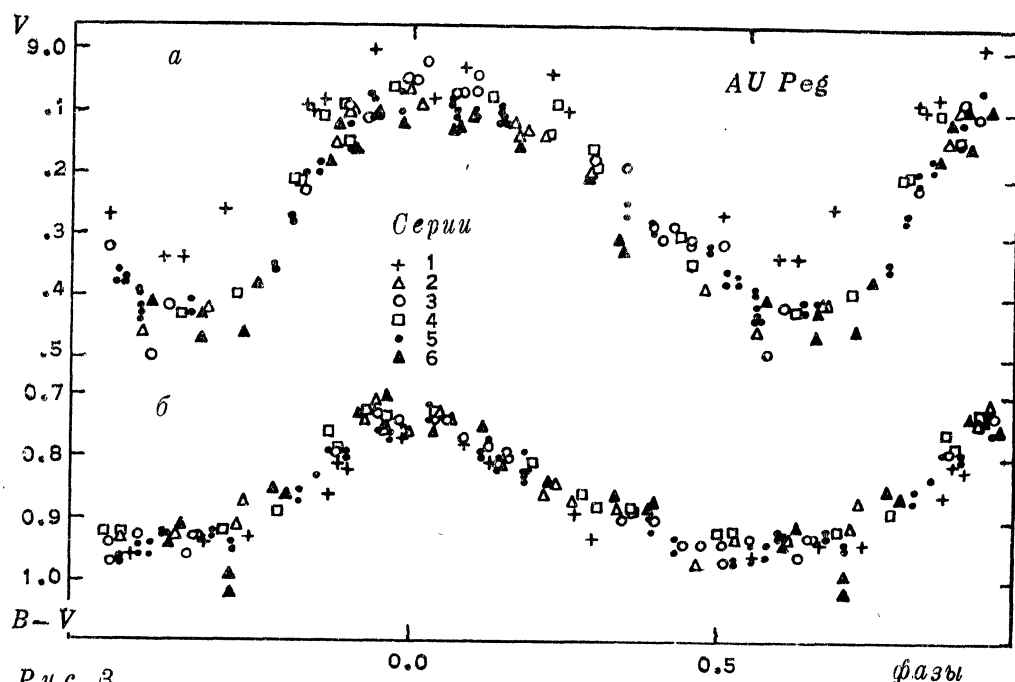


Рис. 3.

Средние кривые блеска и цвета AU Peg за интервал JD 2433119–42344.

Серия 1 исключена по той причине, что величины V в ней меньше, чем в остальных сериях, что отчетливо видно из рис. 3а. Расхождение превышает ошибки наблюдений. На рис. 3а также усматривается, что вблизи минимума особенно заметны незначительные, но систематические различия между сериями. Так, максимум серии 3 более крут, чем максимумы остальных серий, но по высоте максимум серии 5 располагается между сериями 3 и 6. Заметно различается асимметрия $M-m$ (табл. 4). Увеличен разброс в области горба нисходящей ветви на фазах 0.300–0.600. Последнее выражается количественно тем, что среднее квадратичное отклонение одного наблюдения от сглаженной нормальной кривой по всему периоду $\sigma_V = \pm 0^m.026$, тогда как в области горба $\sigma_V = \pm 0^m.031$. Хотя оба значения σ_V невелики, указанные различия кривых V представляются нам реальными, если иметь в виду их малые амплитуды. Очень хорошее согласие показывают наблюдения $B-V$, включая серию 1. Об этом говорит $\sigma_{B-V} = \pm 0^m.015$, лежащее в пределах ошибок наблюдений. Лишь 4 наблюдения обнаружили отличия от близлежащих по фазе наблюдений $\geq 0^m.05$ и были исключены из построения нормальной кривой и нахождения σ_{B-V} . Нормальная кривая $B-V$ имеет необычный вид из-за двойного максимума. Горб на нисходящей ветви повторяет менее выдающийся горб на нормальной кривой V . В табл. 4, в которой приведены V_{med} и $B-V_{med}$ — медианные величины, A_V и A_{B-V} — амплитуды, $M-m$ — асимметрия кривой V , можно усмотреть тенденцию к ослаблению медианного блеска со временем, а также колебания $M-m$. Изменения $(B-V)_{med}$ заключены в пределах ошибок наблюдений.

Прогрессивное ослабление среднего блеска, сопровождающееся прогрессивным увеличением периода, согласуется с направлением теоретических эволюционных треков цефеид. Однако не исключено, что намечавшееся ослабление случайно. Реальность столь небольших различий, обнаруживающихся между сериями, хотя и приведенными к системе Джонсона, но, вообще говоря, имеющими собственные фотометрические системы, требует дальнейших подтверждений. Тем более, что наши фотографические наблюдения не дают оснований для поддержки заключения о постепенном ослаблении блеска. Таким образом, в случае AU Пегаса мы не можем говорить с уверенностью о сопровождении быстрого прогрессивного изменения периода изменениями характеристик кривых блеска.

Используя метод учета межзвездного поглощения Паренаго (1945), данные о межзвездном поглощении Шарова (1963), зависимость период — светимость для звезд типа W Vir Кукаркина и Расторгуева (1972), находим для AU Peg расстояние 820 пс и избыток цвета $E_{B-V} = 0^m.12$. Значительный истинный показатель цвета $(B-V)_{m.d}^0 = 0^m.73$, малая амплитуда блеска, сильное изменение периода характеризуют AU Peg как представительницу второй группы звезд типа W Vir, но форма ее кривой блеска более асимметрична, чем у типичных представителей второй группы.

В заключение автор приносит благодарность Н.Н. Киселеву и И.И. Гавриловой за предоставление наблюдений.

Таблица 1.

MAX JD 24....	N	E	ϕ	*	MAX JD 24....	N	E	ϕ	*
(18569.43)	8	-7134	0.143	1	40125.65	25	1882	0.502	3
(18936.22)	7	-6981	0.561	1	40439.62	34	2013	0.826	3
(19295.66)	4	-6831	0.905	1	40487.48	42	2033	0.845	3
(25881.38)	1	-4076	0.525	1	40820.65	35	2173	0.200	3
(26240.94)	6	-3926	0.919	1	40861.48	41	2190	0.279	3
(27280.52)	3	-3494	0.739	2	41187.59	20	2326	0.681	3
29579.76	11	-2529	0.453	3	41225.93	23	2342	0.718	3
(29907.25)	1	-2392	0.433	3	41547.38	28	2477	0.171	3
(29927.16)	1	-2384	0.760	3	41614.52	46B	2505	0.254	4
(30519.65)	3	-2136	0.583	3	.57	46V	2505	0.275	4
(33450.40)	2	-810	0.425	3	41648.15	15	2519	0.320	3
38986.39	19	1405	0.981	3	41900.21	14	2624	0.750	3
39390.60	9	1575	0.051	3	41991.45	21	2662	0.913	3
39709.00	20	1708	0.229	3	42005.73	5V	2668	0.886	5
39740.10	40	1721	0.237	3	42267.51	23	2778	0.381	3
39787.98	40	1741	0.264	3	42284.28	15B	2785	0.395	5
40053.77	25	1852	0.436	3	.32	15V	2785	0.412	5
40094.47	25	1869	0.460	3	42322.70	29	2801	0.466	3

*) 1 — Паренаго, 1934, 2 — Мандель, 3 — Ерлексова, 4 — Киселев, 5 — Гаврилова.

N — число наблюдений, E — эпоха, ϕ — фаза.

Таблица 2.

Интервал	Период	Интервал	Период	Интервал	Период
18540 — 19360	2.3972	29580 — 32280	2.3914	37940 — 39390	2.3914
.....		32280 — 35980	2.3896	39390 — 40400	2.3943
25500 — 27000	2.39787	35980 — 37000	2.3909	40400 — 41840	2.3978
27000 — 29580	2.3879	37000 — 37940	2.3898	41840 — 42400	2.4004

Таблица 3.

Фаза	V	n	Фаза	V	n	Фаза	V	n
0.016	9.058	4	0.408	9.295	7	0.815	9.232	7
0.075	9.101	7	0.471	9.336	6	0.864	9.156	6
0.100	9.082	6	0.520	9.362	5	0.898	9.118	8
0.140	9.101	7	0.565	9.431	8	0.936	9.097	6
0.184	9.138	5	0.622	9.423	5	0.985	9.081	5
0.281	9.180	6	0.666	9.430	6			
0.346	9.270	5	0.756	9.372	4			

Фаза	B-V	n	Фаза	B-V	n	Фаза	B-V	n
0.036	0.737	5	0.389	0.894	6	0.802	0.865	5
0.063	0.752	5	0.452	0.950	6	0.868	0.805	9
0.123	0.779	8	0.519	0.947	7	0.902	0.785	4
0.148	0.805	6	0.562	0.948	6	0.937	0.731	7
0.188	0.823	7	0.607	0.930	6	0.964	0.753	5
0.240	0.857	6	0.644	0.938	6	0.986	0.754	5
0.329	0.877	6	0.709	0.922	8			

Таблица 4.

№	Наблюдатель	Годы наблю- дений	n	V _{med}	(B-V) _{med}	A _V	A _{B-V}	M-m
1	Эйген и др. (Митчелл и др., 1964)	1949	12	9.18	0.860	0.32	0.20	0.39
2	Валравен и др. (Митчелл и др., 1964)	1955-56	13	9.245	0.845	0.39	0.23	0.39
3	Митчелл и др., 1964	1960-61	21	9.265	0.835	0.39	0.25	0.43
4	Кви и Браун, 1967a	1963	15	9.245	0.835	0.37	0.21	0.40
5	Киселев	1972	46	9.255	0.850	0.35	0.22	0.34
6	Гаврилова	1973-74	20	9.285	0.830	0.37	0.22	0.33

Таблица 5.

Наблюдения Киселева.

JD 24...	V	B-V	U-B	JD 24...	V	B-V	U-B	JD 24...	V	B-V	U-B
41594.135	9.32	0.97	0.64	41598.107	9.12	0.83	0.58	41634.133	9.11	0.82	0.55
.138	.33	.97		.110	.09	.82	.55	.135	.12	.82	.53
.211	.38	.94	.66	602.153	.22	.79	.46	635.126	.39	.92	.60
.215	.36	.96	.68	.156	.20	.79	.46	.128	.40	.93	.62
.249	.37	.96	.65	.218	.18	.79	.45	636.151	.10	.72	.49
.253	.38	.94	.67	.221	.20	.80	.46	.155	.07	.74	.51
595.128	.16	.72	.48	605.149	.08	.80	.53	646.128	.10	.82	.55
.132	.12	.76	.48	.151	.09	.79	.55	.131	.09	.84	.53
.200	.11	.76	.43	.212	.10	.82	.53	647.135	.42	.93	.54
.204	.07	.77	.49	.215	.11	.80	.54	.139	.43	.93	.64
.236	.08	.75	.45	616.112	.41	.93	.63	649.121	.28	.95	.62
.240	.11	.75	.39	.115	.43	.92	.61	.124	.30	.93	.65
596.218	.27	.90	.65	.178	.42	.94	.59	650.122	.28	.83	.50
.220	.25	.92	.65	.181	.42	.93	.59	.124	.27	.83	.50
597.239	.35	.87	.52	617.174	.10	.77	.63				
.242	.36	.85	.48	.176	.11	.77	.54				

Наблюдения Гавриловой.

JD 24...	V	B-V	U-B	$\Delta(V-R)$	JD 24...	V	B-V	U-B	$\Delta(V-R)$
41979.208	9.12	0.73	0.39	-0.11	42269.331	9.46	0.85	0.47	-0.03
980.183	.21	.86	.62	-0.05	270.413	.16	.84	.52	-0.05
42021.141	.33	.87	.54	-0.03	271.373	.41	.91	.60	-0.04
022.113	.38	.86	.47	-0.06	272.436	.09	.74	.41	-0.11
023.134	.14	.84	.54	-0.08	288.378	.43	.99	.61	-0.02
259.341	.44	.94	.61	-0.02	291.379	.10	.75	.37	-0.17
260.362	.12	.76	.43	-0.12	300.386	.47	1.02	.46	+0.02
265.375	.13	.76	.48	-0.08	301.375	.23	0.75	.40	-0.05
267.373	.16	.70	.37	-0.17	327.285	.18	.73	.33	-0.11
268.401	.31	.88	.61	-0.07	344.292	.10	.76	.34	-0.10

Литература.

- Васильяновская О.П., Ерлексова Г.Е., 1970, Тадж. бюлл. № 54.
 Кви, Браун, 1967a — Kwee K.K., Braun L.D., BAN Suppl. 2, 77.
 Кви, 1967b — Kwee K.K., BAN Suppl. 2, 97.
 Кукаркин Б.В., 1938, ПЗ 5, № 7, 195.
 Кукаркин Б.В., Расторгуев А.С., 1972, ПЗ 18, № 4, 383.
 Лаузе, 1932 — Lause F., AN 245, 332.
 Лаузе, 1933 — Lause F., AN 249, 380.
 Митчелл и др., 1964 — Mitchell R.L., Iriarte B., Steinmetz D., Johnson H.L., ТТВ 3, No 24.
 Паренаго П.П., 1934, ПЗ 4, № 10, 350.
 Паренаго П.П., 1945, АЖ 22, 129.
 Флоря Н., 1933, ПЗ 4, № 7, 209.
 Хоффмейстер, 1967 — Hoffmeister E., Zf Ap 65, 194.
 Шаров А.С., 1963, АЖ 40, 900.

Институт астрофизики
 АН Таджикской ССР
 Душанбе.

Поступила в редакцию
 8 июля 1976 г.