

УДК 524.35

Цикличность вспышек карликовой новой UU Орла

Л. П. Шакун

На основании литературных данных и наблюдений автора определены линейные элементы с $P_0 = 54.136^d$, описывающие поведение вспышек UU Aql с 1938 по 1986 г. Обнаружено циклическое изменение интервалов времени между вспышками с длиной цикла $\Pi = 4697^d \approx 89 P_0$, которое сопровождается изменениями блеска в момент вспышки. Выделено два состояния звезды со средними периодами между вспышками $P_{01} = 49.617^d$ и $P_{02} = 59.498^d$, периодически сменяющие друг друга.

THE CYCLIC VARIATIONS OF DWARF NOVAE UU AQUILAE OUTBURSTS, by Sha-kun L. I.— On the basis of the literature data and author's own observations the linear elements with $P_0 = 54.136^d$ describing the behaviour of outbursts of UU Aql from 1938 to 1986 are determined. The cyclic change of the time intervals between the outbursts with the cycle length $\Pi = 4697^d \approx 89 P_0$ is accompanied by the alterations of brightness at the moment of the outburst. Two star states with a mean cycle length between the outbursts $P_{01} = 49.617^d$ and $P_{02} = 59.498^d$ (periodically alternating) are indicated.

Карликовая новая UU Aql, открытая М. Флеминг в 1907 г., интенсивно наблюдалась членами Американской ассоциации наблюдателей переменных звезд (AAVSO) [5] и секции переменных звезд Новозеландского астрономического общества [4]. Они обнаружили у звезды два типа вспышек — широкие и узкие. Продолжительность широких вспышек на уровне 13.0^m — 8 сут, узких (на том же уровне) — 4 сут. На средних кривых вспышек обоих типов [5] наблюдаются крутая восходящая и пологая нисходящая ветви. Существует большой разброс максимального блеска вспышек обоих типов, достигающий 1.5^m . Средняя звездная величина в максимуме узкой вспышки 11.8, широкой — 11.4^m .

В «Общем каталоге переменных звезд» 1985 г. [2] UU Aql отнесена к звездам типа UGSS со средним интервалом между вспышками 49.5^d . Там же отмечается, что этот интервал может быть 71.3 и 56^d , а по данным AAVSO он равен 54.9^d [5]. Таким образом, из разных источников следует, что интервалы времени между вспышками данной звезды составляют от 49.5 до 71.3^d .

Цель данной работы — установление истинной средней частоты вспышек UU Aql и исследование особенностей ее изменения.

В табл. 1 представлена сводка литературных данных о моментах вспышек звезды, начиная с 1938 г. [4—6], дополненная нашими наблюдениями, полученными на телескопе АЗТ-3 (рис. 1, а, треугольники). Кроме того, в табл. 1 даны моменты вспышек T_b , их звездные величины V и номер эпохи E , указаны также тип вспышки (ш — широкая, у — узкая) и вес, согласно [5].

По 135 моментам вспышек выведены линейные элементы

$$T_b = 2434\ 252.2 + 54.136^d E_0, \\ \pm 12.4 \quad \pm 0.108 \quad (1)$$

удовлетворяющие всем наблюдениям за 48 лет. В табл. 1 представлены отклонения ($O - C$) от вычисленных элементов, а на рис. 1, а показано их поведение в зависимости от времени, оказавшееся циклическим. На рисунке видны волны разной ширины — от 4141 до 5364^d ,

возможно чередующиеся. Представив график ($O - C$) в виде отрезков прямых линий, для каждого участка 1—8 мы вычислили линейные элементы (рис. 1, a):

- | | |
|---|---|
| 1. $T_b = 2\,429\,195.3 \pm 48.915^d E_1,$
$\pm 6.4 \pm 0.287$ | 5. $T_b = 2\,438\,303.6 \pm 49.627^d E_5,$
$\pm 4.9 \pm 0.180$ |
| 2. $T_b = 2\,431\,319.0 \pm 59.997 E_2,$
$\pm 5.4 \pm 0.255$ | 6. $T_b = 2\,441\,270.2 \pm 59.030 E_6,$
$\pm 3.3 \pm 0.214$ |
| 3. $T_b = 2\,434\,271.7 \pm 48.381 E_3,$
$\pm 2.3 \pm 0.180$ | 7. $T_b = 2\,443\,363.8 \pm 51.545 E_7,$
$\pm 4.1 \pm 0.459$ |
| 4. $T_b = 2\,436\,088.3 \pm 59.468 E_4,$
$\pm 4.4 \pm 0.288$ | 8. $T_b = 2\,446\,351.4 \pm 64.151 E_8,$
$\pm 11.2 \pm 2.843$ |

Последние элементы — текущие. Они нуждаются в уточнении, так как вычислены только по четырем моментам вспышек. Номера эпох E_n и уклонения ($O - C$) _{n} от элементов (2) также представлены в табл. 1.

Период вспышек звезды P_n из элементов (2) для каждого участка 1—8, их временные границы (начало — конец), а также время действия соответствующих элементов, выраженное в днях ($\Delta J.D.$) и эпо-

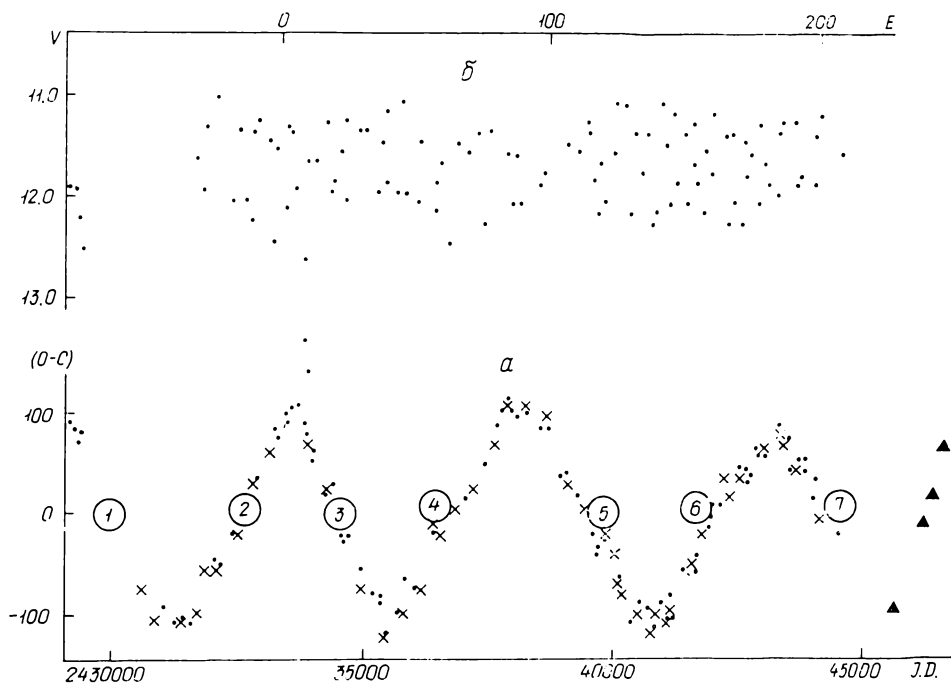


Рис. 1. Зависимость от времени: a — уклонений ($O - C$) от элементов (1); b — звездной величины во время вспышки

хах (ΔE), и средние звездные величины в максимуме вспышек на каждом участке приведены в табл. 2. Там же даны все табличные параметры, усредненные для нисходящих и восходящих ветвей графика ($O - C$). Проанализируем их, привлекая рис. 1, a и элементы (2). У звезды, по-видимому, существуют два состояния, соответствующих нисходящей и восходящей ветвям графика ($O - C$) со средними периодами $P_{01} = 49.617^d$ и $P_{02} = 59.498^d$, сменяющими друг друга. Средний цикл такой смены состояний длится $4697^d \approx 89P_0 \approx 12.9$ года. Ана-

Таблица 1. Сводка моментов вспышек UUAq1

Номер п/п	$T_D \cdot 2400000+$	V	E	$(O-C)$	E_n	$(O-C)_n$	Тип	Вес
1	29 195	11.9	-95	+86	0	0	y	4
2	246	11.9	-94	+83	1	+2	?	3
3	343	12.2	-92	+71	3	+1	?	3
4	404	12.5	-91	+79	4	+13	y	4
5	30 605	11.9	-66	-74	29	-9	ш	5
6	900	11.3	-60	-104	35	-7	ш	5
7	31 075	12.2	-57	-91	38	+21	?	2
8	276	12.4	-53	-107	-1	+17	?	1
9	330	11.0	-52	-107	0	+11	ш?	4
10	600	12.3	-47	-108	5	-19	?	1
11	661	11.6	-46	-99	6	-18	ш?	4
12	756	11.9	-45	-60	7	+17	y	3
13	813	11.3	-44	-57	8	+14	ш?	2
14	32 038	11.0	-40	-49	12	-1	?	1
15	090	12.6	-39	-51	13	-9	ш?	2
16	145	12.8	-38	-50	14	-14	?	1
17	391	12.0	-34	-21	18	-8	?	1
18	500	11.3	-32	-20	20	-19	ш?	3
19	766	12.2	-28	+30	24	+7	ш?	2
20	824	11.3	-27	+33	25	+5	y	2
21	874	11.2	-26	+29	26	-5	ш	2
22	33 124	11.4	-22	+63	30	+5	ш	4
23	197	12.4	-21	+82	31	+18	?	1
24	243	11.5	-20	+73	32	+4	?	1
25	429	11.3	-17	+97	35	+10	?	2
26	478	12.1	-16	+92	36	-1	y?	5
27	544	11.3	-15	+104	-15	-2	y	3
28	599	11.9	-14	+105	-14	+5	?	2
29	799	12.6	-10	+88	-10	+11	?	1
30	841	13.4	-9	+76	-9	+5	?	1
31	888	11.6	-8	+69	-8	+3	ш	5
32	925	13.7	-7	+52	-7	-8	?	1
33	990	11.6	-6	+63	-6	+9	?	1
34	34 223	11.2	-1	+25	-1	0	ш	5
35	275	11.9	0	+23	0	+3	y	5
36	336	11.8	+1	+30	1	+16	?	3
37	554	11.5	+6	-23	6	-8	?	1
38	602	12.0	7	-29	7	-8	y	5
39	663	11.2	8	-22	8	+4	y	4
40	900	11.3	13	-56	13	-1	?	2
41	989	11.3	15	-75	15	-8	ш	5
42	35 200	11.9	19	-81	19	+9	?	1
43	299	11.4	21	-90	21	+11	y	4
44	360	11.8	22	-83	22	+24	y	4
45	427	11.1	23	-71	24	-6	ш	4
46	669	11.9	28	-99	-7	-3	y	2
47	723	11.0	29	-99	-6	-8	ш	5
48	808	11.9	30	-68	-5	+17	?	1
49	36 071	12.0	35	-76	0	-17	y	5
50	124	11.4	36	-77	1	-24	ш	3
51	410	11.8	40	-8	5	+24	ш	5
52	453	12.1	41	-19	6	+8	y	3
53	506	11.6	42	-20	7	+1	ш	5
54	752	12.4	46	+9	11	+10	y	3
55	804	11.4	47	+7	12	+2	ш	5
56	37 030	11.5	51	+17	16	-10	?	2
57	200	11.3	54	+24	19	-18	ш	5
58	440	12.2	58	+48	23	-16	?	2
59	571	11.3	60	+71	25	-4	ш	5
60	642	13.1	61	+87	26	+8	?	1
61	763	12.0	63	+100	28	+10	?	2
62	828	12.6	64	+111	29	+15	?	2
63	879	11.5	65	+108	30	+7	ш	5
64	928	11.5	66	+103	31	-4	y	5
65	981	12.0	67	+102	32	-10	?	1
66	38 081	12.0	69	+93	-4	-24	?	1

Продолжение табл. 1

Номер п/п	$T_B, 2 \cdot 100\,000+$	V	E	$(O-C)$	E_n	$(O-C)_n$	Тип	Вес
67	202	11.6	71	+106	-2	-2	ш	4
68	302	12.0	73	+98	0	-1	у	2
69	504	11.8	77	+83	4	+2	у	2
70	624	11.7	79	+95	6	+23	ш	4
71	666	13.0	80	+83	7	+15	?	2
72	944	12.5	86	+36	13	-5	у	3
73	39 000	13.2	87	+38	14	+2	?	1
74	046	11.4	88	+30	15	-2	ш	5
75	302	11.5	93	+15	20	+6	?	1
76	401	11.2	95	+6	22	+6	ш	5
77	590	11.3	99	-22	26	-4	?	1
78	626	11.8	100	-40	27	-18	у	3
79	683	12.1	101	-37	28	-10	у	3
80	757	11.6	102	-17	29	+14	ш	4
81	800	12.0	103	-28	30	+8	?	2
82	40 006	11.5	107	-39	34	+15	ш	3
83	080	11.0	109	-73	36	-10	ш	5
84	180	11.0	111	-81	38	-9	ш	2
85	367	12.1	115	-111	42	-21	у?	1
86	486	11.3	117	-100	44	-1	ш	4
87	493	12.2	117	-93	44	+6	ш?	—
88	550	11.7	118	-90	45	+13	?	1
89	707	11.3	121	-96	48	+21	?	1
90	791	12.2	123	-120	50	+6	ш?	3
91	866	12.1	124	-99	-7	+9	у?	3
92	929	11.0	125	-90	-6	+13	?	2
93	41 073	11.4	128	-109	-3	-20	ш?	3
94	074	11.0	128	-108	-3	-19	—	—
95	154	12.0	129	-82	-2	+2	у	3
96	194	11.1	130	-96	-1	-17	ш	4
97	197	12.2	130	-93	-1	-14	ш?	—
98	239	11.8	131	-105	0	-31	у	4
99	242	12.8	131	-102	0	-28	—	—
100	449	11.3	134	-58	3	+2	?	1
101	497	12.0	135	-64	4	-9	?	2
102	564	11.2	136	-51	5	-1	ш	3
103	622	11.6	137	-47	6	-2	?	1
104	623	12.3	137	-46	6	-1	у?	—
105	663	11.8	138	-60	7	-20	?	1
106	811	12.1	140	-20	9	+10	у	3
107	811	12.1	140	-20	9	+10	у	—
108	865	10.9	141	-20	10	+4	—	—
109	867	11.5	141	-18	10	+6	ш	5
110	935	11.7	142	-5	11	+15	у	3
111	42 002	11.1	143	+8	12	+23	ш	5
112	163	12.8	146	+7	15	+7	?	1
113	163	12.4	146	+7	15	+7	у	—
114	244	11.3	147	+34	16	+29	ш	5
115	244	11.4	147	+34	16	+29	ш	—
116	291	12.2	148	+27	17	+14	?	1
117	337	11.3	149	+18	18	+4	ш	5
118	337	11.3	149	+18	18	+4	—	—
119	393	12.0	150	+20	19	+1	у?	1
120	572	12.2	153	+37	22	+3	ш	5
121	578	12.2	153	+43	22	+9	—	—
122	628	11.4	154	+39	23	0	у?	4
123	628	12.4	154	+39	23	0	у	—
124	677	11.7	155	+33	24	-10	у	4
125	733	11.5	156	+35	25	-13	у	4
126	922	11.2	159	+62	28	-1	?	3
127	973	12.0	160	+59	29	-9	?	3
128	43 028	11.6	161	+60	30	-13	ш	4
129	081	11.8	162	+59	31	-19	у?	4
130	324	11.9	166	+85	-1	+12	?	2
131	371	12.0	167	+78	0	+7	ш?	—
132	372	11.3	167	+79	0	+8	у?	4

Номер п/п	$T_B \cdot 2 \cdot 400 \ 000 +$	V	E	$(O-C)$	E_n	$(O-C)_n$	Тип	Вес
133	418	11.2	168	+71	1	+3	ш?	5
134	420	11.2	168	+73	1	+5	ш?	—
135	469	13.3	169	+68	2	+2	?	1
136	606	12.4	172	+42	5	-16	?	1
137	660	11.2	173	+42	6	-13	ш?	3
138	717	11.8	174	+45	7	-8	?	5
139	717	12.3	174	+45	7	-8	—	—
140	768	11.8	175	+42	8	-8	—	—
141	769	11.6	175	+43	8	-7	?	3
142	331	13.2	176	+51	9	+3	?	1
143	44 012	11.8	180	+15	13	-22	?	2
144	084	11.3	181	+33	14	-1	?	5
145	152	11.1	183	-7	15	+15	ш	5
146	571	11.5	191	-21	23	+22	—	—
147	45 582	—	211	-93	-11	+5	—	—
148	46 261	—	222	-9	0	-19	—	—
149	343	—	223	+19	1	-1	—	—
150	555	—	226	+68	4	+17	—	—

логичная картина смены двух периодов обнаружена у V1504 Cyg с $P \approx 230 P_0 \approx 3.7$ года [1]. В случае нисходящей ветви графика $(O-C)$ за более короткое время происходит большее число менее ярких вспышек по сравнению с восходящей ветвью.

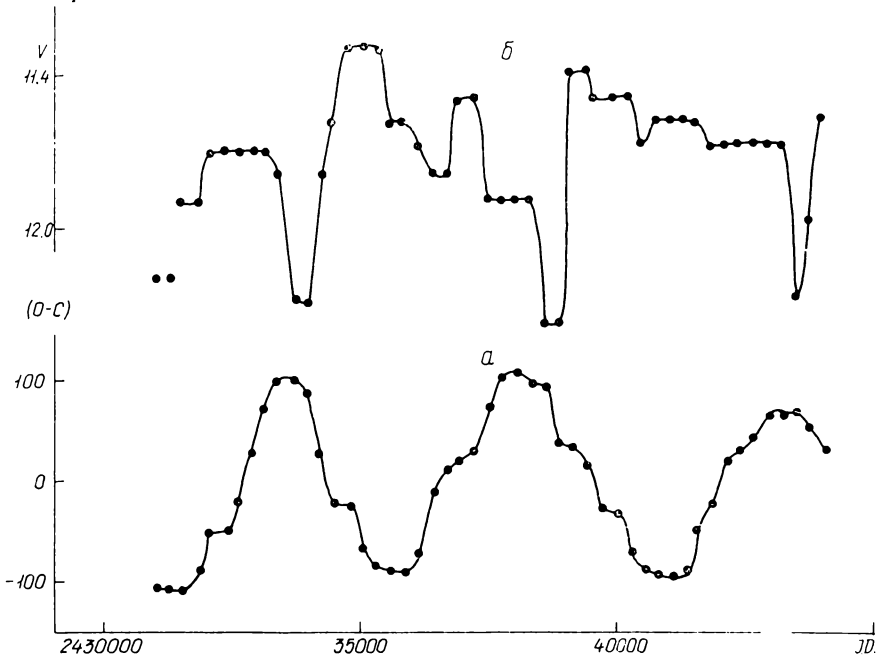


Рис. 2. Сглаживание $(O-C)$ (а) и m_{\max} (б) методом «меднаны по тройкам» [3] в зависимости от времени

Анализ поведения широких максимумов UU Aql (рис. 1, а, косые крестики) показал, что они хорошо укладываются на график $(O-C)$ и также подчиняются выявленной цикличности. Это напоминает квазипериодическое поведение сверхмаксимумов звезд типа UGSU, сохраняющих периодичность на протяжении 10—20 циклов [7].

Уже отмечалось, что на средних кривых вспышек обоих типов в максимуме блеска заметен большой разброс точек, поэтому мы попытались выявить закономерности поведения блеска в максимуме вспы-

шек в зависимости от времени (рис. 1, б). Оказалось, что при смене длинного периода коротким наблюдались довольно слабые вспышки (слабее 13^m). Для более четкого выявления этого проведено сглаживание последовательностей методом «медианы по тройкам» [3]. В качестве равномерного шага выбран временной интервал ($5P_0$), в котором усреднялись m_{\max} , ($O - C$) и $J.D.$. Результат сглаживания ($O - C$) и m_{\max} представлен на рис. 2. Хорошо виден плавный ход остатков ($O - C$) и резкие ослабления блеска в максимуме вспышки во время смены длинного периода коротким.

Таблица 2. Параметры цикличности вспышек UUAq1

Номер участка	$J. D. 2\ 400\ 000+$	$\Delta J. D.$	ΔE	P_n	m_{\max}
1	29 195—31 276	2081 ^d	43	48.915 ^d	12.0
2	31 276—33 544	2268	38	59.997	11.8
3	33 544—35 427	1883	39	48.381	11.8
4	35 427—38 081	2654	45	59.468	11.8
5	38 081—40 791	2710	55	49.627	12.3
6	40 791—43 324	2533	43	59.030	11.6
7	43 324—45 500	2176	42	51.545	11.8
Нисходящая ветвь		2212	44.8	49.617	12.0
Восходящая ветвь		2485	42.0	59.498	11.7

Обнаруженную цикличность, проявляющуюся в смене двух периодов и сопровождающуюся изменениями максимального блеска вспышек, можно, по-видимому, объяснить активностью вторичного компонента, которая может быть типа солнечной. Тогда состоянию с короткими интервалами между вспышками будет соответствовать активное состояние вторичного компонента, с длинными — неактивное.

1. Курочкин И. Е. О циклах в изменениях блеска V1504 Cyg // Астрон. циркуляр.— 1981.— № 1169.— С. 3—5.
2. Общий каталог переменных звезд. Т. 1/Под ред. П. Н. Холодова.— М.: Наука, 1985.—375 с.
3. Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений.— М.: Мир, 1981.—693 с.
4. Bateson F. M. The dwarf Nova UU Aquilae // Publ. Var. Star Sec. Roy. Astron. Soc. N. Z.— 1979.— N 2.— P. 20—22.
5. Davis J. F., Mattei J. A. A study of UU Aquilae // J. Amer. Assoc. Var. Star Observ.— 1981.—10, N 1.— P. 28—32.
6. Observations for 1980 November // Publ. Var. Star Sec. Roy. Astron. Soc. N. Z.— 1980.— N M80/11.— P. 1—3.
7. Vogt N. The SU UMa stars, an important sub-group of dwarf Novae // Astron. and Astrophys.— 1980.—88, N 1/2.— P. 66—76.

Астрофиз. обсерватория
Кишинев. ул-та

Поступила в редакцию 28.08.86,
после доработки 13.03.87