

К ВОПРОСУ О НОВОПОДОБНЫХ ЗВЕЗДАХ ТИПА U GEMINORUM

Ш. Г. ГОРДЕЛАДЗЕ

Среди новоподобных звезд наиболее интересными объектами, с точки зрения тех характерных особенностей, которые присущи Новым звездам, являются переменные типа U Geminorum. У этих звезд также быстро наступает максимум и быстро, хотя и несколько медленнее наростания, падает блеск, как и у типичных Новых. Кроме того, эти звезды в максимуме яркости и после максимума проявляют спектральные особенности, весьма характерные для спектров Новых звезд, т. е. и здесь мы наблюдаем смещение линий, свидетельствующее об истечении газовых частиц с поверхности звезды со скоростью порядка 1000 км/сек. Ввиду всего этого, звезды типа U Geminorum вполне оправдывают название: «Новые звезды в миниатюре».

Правда, амплитуда колебания яркости этих звезд, равная 4—5 звездным величинам, не так велика, как у типичных Новых, но вышеуказанные особенности все таки дают нам основание предполагать, что при последовательных вспышках звезд этого типа происходят процессы, весьма схожие с явлениями, сопутствующими вспышке типичных Новых. Поэтому позволительно думать, что при вспышках звезд этого типа происходит истечение массы.

Цель настоящей статьи заключается в том, чтобы оценить массу, истекшую за время каждой вспышки, и выяснить, как они расположатся среди значений масс, истекающих при вспышках типичных Новых.

Для этой цели мы используем формулу¹:

$$\dot{M} = A \int \psi(t) dt, \quad (1)$$

где \dot{M} — истекающая масса, A — постоянная величина для данной звезды, а функция $\psi(t)$ имеет вид:

$$\psi(t) = \left[\frac{L_*}{L_\odot} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (2)$$

где L_* — яркость звезды, а L_\odot — яркость Солнца.

В формуле (1) промежуток интегрирования соответствует промежутку времени, в течение которого происходит истечение газовых частиц.

Из выражения (2) следует, что для определения количества истекающей массы необходимо знать абсолютную величину исследуемой звезды в максимуме яркости. Однако, в имеющемся относительно изменения блеска звезд типа U Geminorum экспериментальном материале приводятся лишь видимые величины, тогда как данные об абсолютных величинах в максимуме яркости отсутствуют, так же как и вообще данные об абсолютных величинах большинства звезд этого типа.

Поэтому гораздо удобнее формулу (1) переработать так, чтобы иметь возможность непосредственно использовать имеющийся эмпирический материал.

Очевидно, мы можем написать:

$$\left[\frac{L_*}{L_\odot} \right] = 10^{0.4(M_\odot - M_*)}, \quad (3)$$

где M_\odot и M_* —абсолютные звездные величины Солнца и звезды.

Далее мы имеем:

$$M_* = m_* - 5 \log r + 5, \quad (4)$$

где m_* —видимая величина данной звезды.

Если теперь принять во внимание (2), (3) и (4), то для истекающей массы мы получим окончательно:

$$\log M = C - 0.3m_* + \log \mu, \quad (5)$$

где Δt —ширина максимума или промежуток времени, в течение которого предполагается истечение массы, m_* —видимая звездная величина исследуемой звезды в максимуме блеска, а C —некоторая постоянная, определяемая равенством:

$$C = 1.5(\log r - 0.03) + \log A,$$

величину которой для удобства вычислений мы положим равной 2.5.

Очевидно, что формула (5) представляет видоизменение формулы (1), с той лишь разницей, что значение массы она дает не в абсолютных, а в относительных единицах, что совершенно достаточно при статистической обработке материала.

С помощью этой формулы мы обработали данные о звезде SS Cygni¹ и получили табл. I.

В этой таблице мы применили то же обозначение элементов, что и в материале, использованном нами, кроме M , означающего массу, истекающую при данной вспышке.

ТАБЛИЦА I TABLE

E	m_{max}	$I-D$	M	$D-I$	δ_1	δ_2
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	8.8	9.5		26.2	35.7	38.2
2	8.4	12.0	8.7	45.1	57.1	64.0
3	8.4	18.9	18.2	49.3	68.2	56.6
4	8.8	7.3	6.9	27.8	35.1	33.5
5	8.5	15.1	15.5	51.0	66.1	49.0
6	8.6	8.1	6.8	42.7	50.8	57.0
7	8.5	14.4	12.9	48.9	63.3	57.0
8	8.5	8.1	7.3	39.7	47.8	54.0
9	8.6	14.3	12.1	49.1	63.4	56.1
10	8.6	7.0	5.9	50.0	57.0	65.3
11	8.4	15.3	14.5	48.4	63.7	54.8
12	8.6	6.4	5.4	40.3	46.7	53.9
13	8.5	13.6	12.1	53.6	67.2	60.3
14	8.6	6.7	5.6	49.9	56.6	64.5
15	8.5	14.6	13.5	44.9	59.5	50.9
16	8.6	6.0	5.0	49.5	55.5	63.5
17	8.3	14.0	14.5	47.4	61.4	57.0
18	8.5	9.6	8.5	42.3	51.9	57.3
19	8.4	15.0	14.5	48.5	63.5	55.7
20	8.6	7.2	6.0	24.5	31.7	34.3
21	8.9	9.8	6.6	25.8	35.6	40.1
22	8.6	14.3	10.5	49.2	63.5	61.4
23	8.4	12.2	11.8	39.3	51.5	45.0
24	8.6	5.7	4.2	58.8	64.5	74.6
25	8.3	15.8	16.2	54.9	70.5	63.0
26	8.5	8.3	7.4	49.6	57.9	66.5
27	8.4	15.9	15.2	32.0	47.9	38.2
28	8.6	6.2	5.1	33.8	40.0	47.7
29	8.3	13.9	14.1	40.6	54.5	46.5
30	8.5	5.9	5.2	36.1	42.0	49.9
31	8.3	13.8	14.1	45.8	59.6	53.0
32	8.4	7.2	6.9	36.0	43.2	49.3
33	8.4	13.3	12.6	42.7	56.0	51.0
34	8.4	8.3	7.9	42.4	50.7	56.4
35	8.4	14.0	13.5	46.8	60.8	54.8
36	8.5	8.0	7.1	50.0	58.0	64.5
37	8.2	14.5	15.8	30.6	45.1	38.5
38	8.6	7.9	6.6	51.6	59.5	65.7
39	8.3	14.1	14.5	40.3	54.4	45.3
40	8.4	5.0	4.8	54.7	59.7	69.2
41	8.4	14.5	13.8	39.6	54.1	46.0
42	8.6	6.4	5.4	32.5	38.9	42.2
43	8.9	9.7	5.3	37.3	47.0	56.1
44	8.4	18.8	17.8	35.3	54.1	41.4
45	8.5	6.1	5.5	28.3	34.4	36.4
46	8.6	8.1	6.8	22.4	30.5	36.7
47	8.3	14.3	8.1	33.8	48.1	41.7
48	8.3	7.9	8.1	29.3	57.2	38.3
49	8.5	9.5	8.5	22.7	32.2	29.8
50	8.7	7.1	5.5	29.0	36.1	44.1

ТАБЛИЦА I TABLE

E	$m_{\text{внеш}}$	$I-D$	\mathfrak{M}	$D-I$	δ_1	δ_2
					5	6
1	2	3	4	5	6	7
51	8.4	15.1	14.5	35.4	50.5	41.7
52	9.0	6.3	4.0	35.5	52.6	
53	8.5	17.1	15.1	49.0	66.1	58.0
54	8.4	9.0	8.5	35.3	44.3	51.8
55	8.3	16.5	16.0	46.9	63.4	54.1
56	8.4	7.2	6.9	32.3	40.1	47.8
57	8.5	14.9	13.2	60.2	73.1	69.4
58	8.5	9.2	8.1	37.8	47.0	50.2
59	8.3	12.4	12.5	51.9	64.3	58.9
60	8.3	7.0	7.5	31.7	38.7	44.8
61	8.3	13.1	13.5	40.6	53.7	46.7
62	8.6	6.1	5.1	34.9	41.0	48.7
63	8.4	13.8	13.2	30.8	44.6	36.9
64	8.5	6.1	5.5	22.7	28.8	37.7
65	8.5	15.0	13.5	32.9	47.9	40.0
66	8.6	8.0	6.0	30.6	38.6	44.5
67	8.4	13.9	13.2	24.0	37.9	30.4
68	8.6	6.4	5.4	26.3	32.7	33.6
69	8.5	7.3	6.5	28.6	35.9	42.6
70	8.4	14.0	13.5	31.0	45.0	38.0
71	8.4	7.0	6.8	30.0	37.0	47.0
72	8.3	17.0	17.4	43.0	60.0	50.6
73	8.4	7.6	7.3	25.4	36.0	39.8
74	8.8	11.4	8.3	30.9	42.3	38.7
75	8.6	7.8	6.5	21.9	29.7	35.2
76	8.7	13.3	10.5	35.3	48.6	41.7
77	8.9	6.4	4.4	41.0	47.4	50.1
78	8.5	9.1	8.1	24.0	33.1	39.7
79	8.4	15.7	15.2	40.6	56.3	49.8
80	8.5	9.2	8.1	58.4	67.3	73.4
81	8.4	15.0	14.5	33.9	48.9	43.7
82	8.6	9.8	8.1	39.4	49.2	53.7
83	8.4	14.3	13.8	29.4	43.7	33.4
84	9.5	4.0	1.8	24.0	28.0	27.8
85	9.7	3.8	1.5	24.9	28.7	42.5
86	8.4	17.6	17.0	57.8	75.4	67.5
87	8.7	9.7	7.6	13.2	22.9	15.0
88	10.0	1.8	0.6	26.4	28.2	47.2
89	8.4	20.8	19.9	15.7	36.5	20.8
90	9.7	5.1	2.0	19.8	24.9	30.4
91	8.9	10.6	7.3	21.7	32.3	38.3
92	8.9	16.6	11.0	33.2	49.8	48.1
93	8.9	14.9	10.0	26.1	41.0	41.9
94	8.8	15.8	14.5	22.4	38.2	39.8
95	8.4	17.4	16.6	35.9	53.3	43.1
96	8.6	7.2	6.0	39.8	47.0	54.6
97	8.4	14.8	14.1	36.6	51.4	43.9
98	8.5	7.3	6.5	16.9	24.2	24.2
99	8.7	7.3	5.6	43.9	51.2	59.6
100	8.4	15.7	15.1	40.1	55.8	48.3

ТАБЛИЦА I TABLE

E	$m_{\text{внеш}}$	$I-D$	\mathfrak{M}	$D-I$	δ_1	δ_2
					5	6
1	2	3	4	5	6	7
101	8.6	8.2	6.8	18.5	26.7	26.5
102	8.6	8.0	6.6	39.0	47.0	53.8
103	8.5	14.8	13.2	28.9	43.7	35.2
104	8.6	6.3	5.3	23.7	30.0	30.7
105	8.6	7.0	5.9	30.6	37.6	45.8
106	8.4	15.2	14.5	65.8	81.0	75.2
107	8.5	9.4	8.3	39.7	49.1	54.2
108	8.5	14.5	12.9	43.6	58.1	50.7
109	8.5	7.1	6.3	65.3	72.4	79.5
110	8.4	14.2	13.5	62.6	76.8	69.9
111	8.5	7.3	6.5	43.5	50.8	57.3
112	8.4	13.8	13.2	52.5	66.3	59.6
113	8.6	7.1	5.9	40.8	47.9	54.6
114	8.4	13.8	13.2	30.9	44.7	37.0
115	8.6	6.1	5.1	39.2	45.3	53.6
116	8.4	14.4	13.8	50.8	65.2	64.0
117	8.4	13.2	12.6	56.9	70.1	65.0
118	8.5	8.1	7.2	59.6	67.7	75.4
119	8.4	15.8	15.1	45.3	61.1	59.5
120	8.4	14.2	13.5	45.5	59.7	55.0
121	8.6	9.5	7.9	28.8	38.3	43.0
122	8.4	14.2	13.5	52.7	66.9	66.9
123	8.4	14.2	13.5	39.4	53.6	48.4
124	8.6	9.0	7.4	47.8	56.8	62.3
125	8.3	14.5	14.8	48.2	62.7	59.5
126	8.6	11.3	9.3	59.0	70.3	72.9
127	8.4	13.9	13.2	36.5	50.4	45.9
128	8.5	9.4	8.3	44.7	54.1	59.8
129	8.2	15.1	16.6	48.4	63.5	57.6
130	8.3	9.2	9.3	33.2	42.4	48.1
131	8.4	15.9	15.1	28.8	44.7	38.1
132	8.7	9.3	7.2	29.5	38.8	36.5
133	8.6	7.0	5.9	43.3	50.3	58.5
134	8.3	15.2	15.5	62.8	78.0	71.0
135	8.4	8.2	7.8	51.8	60.0	67.0
136	8.4	15.2	14.5	26.9	42.1	37.2
137	8.6	10.3	8.5	45.8	56.1	63.3
138	8.4	17.5	16.6	47.7	65.2	55.5
139	8.5	7.8	6.9	45.1	52.9	60.1
140	8.4	15.0	14.5	30.7	45.7	37.1
141	8.6	6.4	5.4	46.4	52.8	63.3
142	8.3	16.9	17.4	31.1	48.0	40.9
143	8.5	9.8	8.7	21.3	31.1	36.7
144	8.4	15.4	14.8	23.5	38.9	33.0
145	8.4	9.5	9.1	23.4	32.9	41.7
146	8.4	18.3	17.4	17.9	36.2	23.7
147	9.1	5.8	5.8	20.6	26.4	27.6
148	8.5	7.0	6.3	25.3	32.3	32.6
149	8.7	7.3	5.6	21.5	28.8	27.7
150	8.6	6.2	5.1	33.5	39.7	48.2

ТАБЛИЦА I TABLE

E	m_{max}	I-D	M	D-I	δ_1	δ_2
					6	7
i	2	3	4	5		
151	8.5	14.7	13.2	53.9	68.6	68.3
152	8.4	14.4	13.9	53.7	68.1	67.3
153	8.3	13.6	13.9	23.6	37.2	26.7
154	9.5	3.1	1.4	22.5	25.6	32.8
155	8.5	10.3	9.1	52.4	62.7	66.9
156	8.3	13.6	13.9	36.7	50.3	43.1
157	8.6	6.4	5.4	44.7	51.1	39.4
158	8.4	14.7	14.1	46.0	60.7	55.5
159	8.5	9.5	8.5	51.6	61.1	66.1
160	8.3	14.5	14.7	48.1	62.6	57.3
161	8.5	6.2	8.1	25.2	34.4	33.7
162	8.6	8.5	7.0	49.5	58.0	63.7
163	8.4	14.2	13.6	27.3	41.5	34.2
164	8.8	6.9	5.0	32.6	39.5	41.1
165	8.6	8.5	7.0	15.8	24.3	30.9
166	8.7	15.1	11.7	20.3	35.4	27.4
167	8.6	7.1	5.9	25.1	30.2	41.9
168	8.4	18.8	17.8	38.8	57.6	49.4
169	8.6	10.6	8.7	15.9	26.5	21.2
170	9.6	5.3	2.2	44.1	49.4	58.9
171	8.4	14.8	14.1	44.6	59.4	51.8
172	8.5	7.2	6.5	59.3	66.5	74.3
173	8.4	15.0	14.5	53.6	68.6	65.9
174	8.5	12.3	12.6	48.4	60.7	55.7
175	8.4	7.3	6.9	26.6	33.9	41.6
176	8.4	15.0	14.5	58.4	73.4	71.1
177	8.4	12.7	12.1	61.3	74.0	70.3
178	8.5	9.0	8.0	65.1	74.1	79.2
179	8.4	14.1	13.5	73.1	87.5	88.8
180	8.4	15.4	14.8	56.9	72.3	64.8
181	8.5	7.9	7.1	62.4	70.3	78.0
182	8.5	15.6	15.8	53.0	68.6	60.7
183	8.5	7.7	6.9	62.5	70.2	78.5
184	8.3	16.0	16.2	34.5	50.5	44.2
185	8.7	9.7	7.6	29.8	39.5	37.7
186	8.5	7.9	6.9	47.1	55.0	62.8
187	8.4	15.7	15.1	60.7	76.4	68.6
188	8.6	7.9	6.6	29.3	37.2	46.1
189	8.5	16.8	15.1	27.5	44.3	36.5
190	8.7	9.0	6.9	42.7	51.7	57.2
191	8.4	14.5	13.9	38.0	52.5	47.5
192	8.5	9.5	8.5	20.4	29.9	28.4
193	8.3	8.0	7.1	25.6	33.6	43.5
194	8.4	17.9	18.2	26.7	44.6	34.0
195	8.6	7.4	7.6	25.4	32.7	32.3
196	8.6	6.9	5.7	41.6	48.5	59.3
197	8.3	17.7	18.2	34.9	52.6	41.8
198	8.6	6.9	5.7	22.8	29.7	27.6
199	9.5	4.8	2.1	17.5	22.3	38.3
200	8.4	20.8	19.9	41.9	62.7	52.1

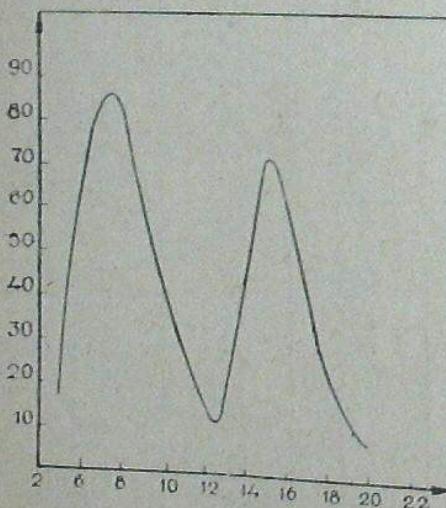
ТАБЛИЦА I TABLE

E	m_{max}	I-D	M	D-I	δ_1	δ_2
					6	7
i	2	3	4	5		
201	8.6	10.5	8.7	31.9	42.4	49.6
202	8.4	17.7	17.0	23.3	41.0	29.5
203	8.6	6.2	5.1	22.2	28.4	31.5
204	8.6	9.3	8.1	27.2	36.5	34.1
205	8.7	6.9	5.4	24.1	31.0	39.7
206	8.4	15.6	14.8	39.2	54.8	47.1
207	8.6	7.9	6.6	30.8	38.7	40.5
208	8.7	9.7	7.6	26.0	35.7	35.6
209	8.7	9.6	7.4	48.0	57.6	66.4
210	8.4	18.4	17.4	32.1	50.5	40.4
211	8.9	8.2	5.5	28.8	37.0	37.9
212	8.6	9.1	7.6	29.5	38.6	39.9
213	8.7	10.4	8.1	37.7	48.1	54.3
214	8.5	16.6	14.8	64.5	81.1	71.4
215	8.6	6.9	5.7	48.4	55.3	66.6
216	8.4	18.2	17.4	47.6	65.8	54.7
217	8.5	7.1	6.3	46.5	53.6	61.6
218	8.5	15.1	13.5	49.2	64.3	56.7
219	8.5	7.5	6.8	42.3	49.8	54.9
220	8.6	12.6	10.5	62.0	74.6	78.2
221	8.4	16.2	15.5	46.5	62.7	55.0
222	8.6	8.5	7.1	34.8	43.3	42.0
223	8.7	7.2	5.6	33.3	40.5	47.6
224	8.4	14.3	13.9	41.0	55.3	48.0
225	8.6	7.0	5.9	34.6	41.6	42.8
226	8.6	8.2	6.8	27.1	35.3	42.2
227	8.5	15.1	13.5	37.8	52.9	44.9
228	8.5	7.1	6.3	27.6	34.7	37.0
229	8.7	9.4	7.2	23.9	33.3	32.1
230	8.6	8.2	6.8	25.6	33.8	40.4
231	8.5	14.8	13.2	44.2	59.0	52.2
232	8.5	8.0	7.1	27.5	35.5	42.6
233	8.4	15.1	14.5	70.5	85.6	85.8
234	8.3	15.3	15.5	40.7	56.0	50.3
235	8.8	9.6	6.9	61.5	71.1	76.3
236	8.4	15.1	14.5	62.8	77.9	70.9
237	8.6	8.1	6.8	69.7	77.8	86.6
238	8.3	16.9	17.4	49.3	66.2	57.6
239	8.4	8.3	8.0	67.5	75.8	82.0
240	8.3	14.5	14.8	36.0	50.5	44.0
241	8.6	8.0	6.6	43.5	51.5	57.2
242	8.4	13.7	13.2	32.4	46.1	39.3
243	8.6	6.9	5.8	41.5	48.4	56.8
244	8.4	15.3	14.5	55.1	70.4	68.2
245	8.4	13.1	12.6	31.0	44.1	41.5
246	8.9	10.5	7.1	37.6	48.1	47.5
247	8.7	9.9	7.8	21.7	31.6	36.4
248	8.4	14.7	14.1	47.2	61.9	57.0
249	8.6	9.8	8.1	63.8	73.6	77.1
250	8.4	13.3	12.6	28.8	42.1	33.9

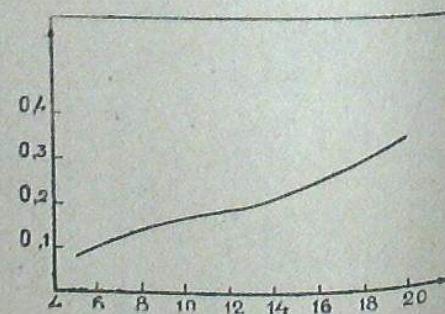
ТАБЛИЦА I TABLE

E	m_{max}	$I-D$	\mathfrak{M}	$D-I$	δ_1	δ_2
					5	6
1	2	3	4	5		7
251	9.7	5.1	2.0	21.7	26.8	26.2
252	9.8	4.5	16.2	16.4	20.9	21.6
253	9.8	5.2	1.9	17.0	22.2	30.2
254	8.3	13.2	13.5	88.8	102.0	104.2
255	8.5	15.4	13.9	40.7	56.1	50.6
256	8.7	9.9	7.8	48.2	58.1	64.5
257	8.4	16.3	15.5	35.5	51.8	44.7
258	8.5	9.2	8.1	39.8	49.0	53.1
259	8.4	13.3	12.6	28.4	41.7	37.7
260	8.7	9.3	7.2	33.8	43.1	45.9
261	8.6	12.1	10.0	74.1	86.2	91.3
262	8.3	17.2	17.8	37.6	54.8	44.1
263	8.6	6.5	5.4	35.2	41.7	51.0
264	8.5	15.8	14.1	54.4	70.2	62.7
265	8.4	8.3	8.0	52.9	61.2	67.8
266	8.3	14.9	15.1	64.2	79.1	72.4

Данные, приведенные в табл. I, можно было обработать также методом корреляции, как это было сделано в отношении материала, использованного нами. Однако, мы предпочли воздержаться от установления корреляции между значением массы и другими элементами, руководствуясь



Черт. 1 Fig.



Черт. 2 Fig.

тем соображением, что подобная обработка будет более целесообразна при наличии материалов такого же характера в отношении других звезд того же типа. Мы лишь выяснили частоту значений масс, укладывающихся в отдельных интервалах. В результате получена кривая (черт. 1), явно указывающая на концентрацию частот вокруг двух значений масс: 7.5 и 15, что равносильно замеченней ранее концентрации частот около двух значений продолжительности максимума блеска³.

Нами был рассмотрен также вопрос о распределении мощности истечения массы, в зависимости от величины последней, путем подсчета всех $\Sigma(\mathfrak{M})$ и $\Sigma\delta_1(\mathfrak{M})$. Кривая, представленная на черт. 2, показывает заметное, хотя и небольшое возрастание мощности по мере увеличения массы.

Интересно оценить абсолютное значение массы при гипотезе истечения таковой из поверхности звезды типа U Geminorum.

С этой целью мы воспользовались значением абсолютной звездной величины для SS Cygni⁴, равной +6.5.

Пользуясь формулами (1), (2) и (3), можно оценить порядок величины A , которая определяется соотношением:

$$A = \frac{4\pi}{V} \frac{R_{\odot}}{2i} \left[\frac{R_{\odot}}{\beta^{1/2}} \right]^{1/2} v. \quad (a)$$

Примем те же нормирующие условия, что и при оценке массы, истекающей во время вспышек типичных Новых. Мы будем считать, как и прежде, что скорость истечения (v) достигает порядка 1000 км/сек. и что в максимуме блеска звезды типа U Geminorum имеют на поверхности температуру порядка 10^4 grad.

Поскольку значения остальных величин в выражении (a) известны, то значение A , а стало быть, и значение истекающей при данной вспышке массы, можно выразить численно, если только для пределов интегрирования будет выбран соответствующий промежуток^{*}.

Поскольку для звезды SS Cygni продолжительность среднего цикла равна 50-ти дням, а продолжительность времени, в течение которого, повидимому, происходит истечение, равна 20% этого цикла, т. е. 10 дням, то для истекающей массы получается величина примерно 2×10^{31} gr.

* β выражает отношение излучательной способности звезды к излучательной способности Солнца, т. е. $\beta = \frac{T_{\odot}^4}{T_{\star}^4}$ и положена равной $\left(\frac{5}{3}\right)^4$, R_{\odot} — радиус Солнца, а

$\sigma = \frac{\delta k}{m_H T^{1/2}}$, где k — постоянная Boltzmann'a, m_H — масса атома водорода, T — температура поверхности звезды, равная 1000° , δ — некоторая величина, значение которой, определенное Chandrasekhar'om (M. N. 92, p. 186, 1932), равно 3.43×10^{39} .

Далее, если принять во внимание, что при вспышке типичных Новых звезд⁴ истекает масса примерно порядка 10^{29} , то получается, что звезды типа U Geminorum в частности SS Cygni, теряют в течение 5000 лет столько же массы, сколько типичная Новая теряет за время одной вспышки, считая, что эти звезды в течение года в среднем 10 раз претерпевают вспышку.

Такого же порядка величины получаются и для самой U Geminorum, абсолютная величина которой в максимуме блеска оценена в 5.2 звездной величины⁵.

Март, 1938.

Литература: Literature:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Bull. Abast. Obs. 1, p. 75, 1937. | 4. N.N.V.S. 4, p. 249, 1934. |
| 2. Н. А. 6, p. 90, 1934. | 5. Bull. Abast. Obs. 1, p. 75, 1937. |
| 3. Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго
«Переменные звезды» т. 1, стр. 217, 1937. | 6. N.N.V.S. 4, p. 249, 1934. |

ON THE NOVA-LIKE STARS OF THE TYPE OF U GEMINORUM

SH. G. GORDELADSE

(Summary)

The variables of U Geminorum type represent the most interesting objects among the Nova-like stars as those showing the peculiar characteristics inherent to Novae in general. The rapid increase to maximum followed by a somewhat slower decrease of brightness is similar to that of typical Novae. Besides, the spectrum of those stars show at maximum and after it the peculiarities quite characteristic of typical Novae, i. e., the displacement of lines indicating the outflow of gas particles from the star's surface with a velocity of the order of 1000 km/sec. Therefore, the stars of U Geminorum type justify wholly the appellation of «Novae on a small scale».

Although the amplitude of brightness variation of U Geminorum type stars (about 4-5 stellar magnitudes) is not so large as, for instance, that of typical Novae, the above mentioned peculiarities give ground to suppose that in the process of successive outbursts of the stars of U Geminorum type certain phenomena are occurring similar to those accompanying the outbursts of typical Novae. Therefore, we may suppose that during the outbursts of those stars the outflow of mass is taking place.

The object of the present article is to estimate the amount of the mass outflow during each outburst and to determine in what manner it will be related to the values of the mass outflow during the outbursts of typical Novae.

For this purpose we make use of the formula (1), where \mathfrak{M} is the mass outflow, A —a constant for the given star, while the function $\psi(t)$ is represented by (2), L_* and L_{\odot} being the brightness of the star and the Sun, respectively⁶.

In the formula (1) the interval of integration corresponds to the interval of time during which the outflow of gas is taking place.

It is to see from the expression (2) that in order to determine the amount of the mass outflow it is necessary to know the absolute magnitude of the given star at maximum. However, the available experimental material on the brightness variation of U Geminorum type stars does not contain any data on their absolute magnitudes at maximum, the visual magnitudes alone being given; in general there are no data on the absolute magnitudes of the most stars of this type.

It is, therefore, much more convenient to modify the formula (2) in order to acquire the possibility of using directly the available empirical material.

Evidently, we may write (3), where M_{\odot} and M_* are the absolute magnitudes of the Sun and the star, respectively.

Farther, we have (4), where m_* is the visual magnitude of the given star.

Taking into account (2), (3) and (4) we obtain definitively for the mass outflow (5), where Δt is the width of the maximum or the interval of time during which the outflow is supposed to take place, m_* is the visual magnitude of the star at maximum and C —a certain constant defined by the equation

$$C = 1.5(\log r - 0.03) + \log A,$$

the value of which for the convenience of calculations we accept to be equal to 2.5.

It may be seen that the formula (5) is a modification of (1) the sole difference being that the value of the mass is given in relative units, instead of absolute ones, this being quite sufficient for statistical examination of the experimental material.

We applied this formula to the data on the star SS Cygni⁷ and obtained Table 1.

For different elements of this Table the same notation has been used as in the work referred to above, while \mathfrak{M} is the mass outflow during a given outburst.

We refrained from the attempt to establish the correlation between the values of the mass and the different characteristic elements and we postponed the use of the correlation method till to the moment when the data of a similar character will be available also for other stars of the same type. We determined only the frequency for different values of mass. Fig. 1 shows that the masses occurring most frequently are those about 7.5 and 15.

On the other hand the distribution of the strength of the outflow has been considered. Counting all $\Sigma(M)$ and $\Sigma\delta M$, we obtained the curve in Fig. 2, indicating a noticeable, though moderate increase with growing values of mass.

It is also of interest to estimate the absolute value of mass on the hypothesis of its outflow from the surface of the U Geminorum type stars.

To that effect we used the absolute magnitude of the star SS Cygni, which has been determined³ to be +6.5.

Using the formulae (1), (2) and (3) it is possible to evaluate the order of quantity of this mass, if we accept for A , which is defined by (a), the same normalizing conditions as those, which are considered as valid when estimating the amount of the mass outflow during the outburst of typical Novae. We suppose, as before, that the velocity of the outflow (v) is of the order of 1000 km/sec and the surface temperature of the U Geminorum type stars (in particular of SS Cygni) at maximum is about 10^4 grad.

The values of other quantities in the expression (a) being known, the value of A and, consequently, that of the mass outflow during the given outburst may be expressed numerically if a corresponding interval is chosen for the limits of integration*.

The length of the mean cycle of SS Cygni being equal to 50 days and the time during which the outflow is taking place—to 20 per cent of this cycle, i. e., to days, we obtain for the mass outflow the value about 2×10^{11} gr.

Farther, taking into account that the mass outflow during the outburst of typical Novae⁴ amounts to about 10^{19} gr, we derive that the stars of U Geminorum type, in particular SS Cygni, lose in about 5000 years the same quantity of the mass as any of typical Novae loses during a single outburst, considering that the outbursts of these stars occur about 10 times in the year.

The same figures are obtained for the star U Geminorum its absolute magnitude at maximum being evaluated⁵ to 5^m.2.

March, 1938.

* β represents the ratio of the radiating capacity of the star to that of the Sun, i. e. $\beta = \frac{T_*^4}{T_\odot^4}$ and is supposed to be equal to $(\frac{5}{3})^4$, R_\odot is the radius of the Sun and

$C = \frac{\delta k}{m_H T^3}$, where k is Boltzmann's constant, m_H —the mass of the hydrogen atom, T —the temperature of the star's surface equal to 10000° , while δ is a certain quantity the value of which determined by Chandrasekhar (M. N. 92, p. 186, 1932) is equal to 3.43×10^{-2} .

ახალ ვარსკვლავის ტემპორატურის საკითხისათვის

ა. გოდელაძე

როგორც ცნობილია, თანამედროვე წარმოდგენების მიხედვით, სუკაშვაშის კოლოსალური ზრდა ვარსკვლავის „ანთების“ დროს ძირითადად გამოწეულია ვარსკვლავის მნათი ზედაპირის გაფიცებით, რაც, თვის მხრივ, უზრუნველყოფილია ვარსკვლავის გარე ფენების გაფართოებით.

მოგრძეს მხრივ, უკანასკნელმა გამოკვლევებმა დაიდასტურეს,¹ რომ ვარსკვლავი „ანთების“ პროცესში პერიგვის თავისი ბასის ნაწილს ამ უკანასკნელის სივრცეში გამოტყორუნის ან გამოდინების სახით და, რომ საერთოდ, ვარსკვლავის „ანთების“ დროს, ვარსკვლავი გამოსხივებს ენერგიას, რომელიც დაიხლოებით $10^{11} - 10^{16}$ erg ტოლია².

იღსანიშნავია აგრეთვე ის ვარსკვლავი „ანთების“ პირველ პერიოდში ე. ი. სიეაშვაშის მაქსიმუმიდებული არ იმდავნებს ტემპერატურის შესამჩნევ ცვალებადობას, მოუხედავად მისი ფართულის რამდენიმე სხვერ და ზოგჯერ ათასჯერ გადიდებისა, როგორც ამაში გვარწმუნებს ვარსკვლავის აბსორბციული სკექტრის ხასიათი ამ ეპოქაში.

შემინდა თერმოდინამიკული მოსახრების საფუძველზე მოსალოდნელი იყო, რომ ვარსკვლავი, როგორც აირწილავთაგან შედგენილი იზოლირებული სისტემა, გაფართოების გამო დახარჯულ მუშაობას მოანდომებდა თავისი ენერგიის ნაწილს და, რომ ამის გამო ვარსკვლავის ზედაპირის ეფექტური ტემპერატურაც შემცირდებოდა. ასეთი დასკვნა შეიტყო ალბათურია, რომ, როგორც ზევით ავღნაშენეთ, ვარსკვლავი გამოსხივების სახით ჰქარგვის ენერგიის საგრძნობ რაოდენობას.

ვარსკვლავის ზედაპირის ეფექტური ტემპერატურის ცვლილება იმ გარემოებაზე მიგვითოვებს, რომ მისი ზედაპირის ერთეულიდან გამოსხივება უცვლელი რჩება და, რომ ამგვარიც გამოსხივებული ენერგიის ინტეგრალური ცვლილი რჩება და, რომ ამგვარიც გამოსხივებული ენერგიის იმ რაოდენობას, რომელსაც ვარსკვლავი გამოსხივებდა „ანთებამდე“, ენერგიის ახალი წყაროებით უნდა იყოს უზრუნველყოფილი.

უკანასკნელ ხანებში გამოოქმედ იქნა მოსახრება, რომ „ანთების“ პროცესში დახარჯული ენერგიის ანაზღაურება ვარსკვლავის მიერ ამ უკანასკნელის ცენტრში დახარჯული ენერგიის ანაზღაურება ვარსკვლავის მიერ დაგენერირებით. რიციუსის შემცირებით ე. ი. შეკვეთი ხდება, და მაშიადამე, გამჭვირვებით. „ანთების“ დასკვნას საფუძვლად დაედო ის ექსპერიმენტილური ფაქტი, რომ „ანთების“ უკანასკნელ ფაზაში, ე. ი. მდ. დროს, როგორც ვარსკვლავი იძენს Wolf-Rayet-ის