

Трехцветные фотоэлектрические наблюдения
затменно-двойной типа Вольф-Райе CQ Цефея
Т. А. Карташева

В феврале—мае 1969 года на 45-см рефлекторе обсерватории Уральского университета произведены трехцветные фотоэлектрические наблюдения затменно-двойной CQ Cep. В системе, близкой к UBV, получено около 200 оценок блеска звезды в каждом цвете. Приводятся также результаты отдельных наблюдений и средние кривые блеска. Детально описана вспышка исследуемой звезды, наблюдавшаяся в ночь с 28 на 29 марта 1969 года вблизи фазы $0^{\text{P}}56$.

Three-Colour Photoelectric Observations of the Wolf-Rayet
Eclipsing Binary CQ Cep
by T. A. Kartasheva

Three-colour photoelectric observations of the Wolf-Rayet eclipsing binary CQ Cep were carried out with the 45-cm reflector of the Ural University Observatory in February—May of 1969. About the 200 observations for every colour were obtained in system close to UBV. The results of the individual observations and the mean light curves are given. The flash of studying star, which was observed near the phase of $0^{\text{P}}56$ by night from 28 to 29 March of 1969, was described in detail.

В период с февраля по май 1969 года с помощью фотоэлектрического фотометра АФМ-6, установленного в касегреновском фокусе 45-см рефлектора АЗТ-3 Коуровской обсерватории, были выполнены трехцветные фотоэлектрические наблюдения затменно-двойной звезды типа Вольф-Райе CQ Cep ($m_{\text{pg max}} = 8^{\text{m}}.9$ по данным ОКПЗ-2). Для выделения излучения в ультрафиолетовых, синих и желтых лучах использовался ФЗУ-64 в сочетании с фильтрами Corning 9863, Corning 5030 + Schott GG 385 и Corning 3384.

Звездой сравнения служила HD 214259 (Sp AO, $m_{\text{pg}} = 8^{\text{m}}.6$), контрольной звездой — HD 214220 (Sp A3, $m_{\text{pg}} = 8^{\text{m}}.9$). Записи переменной звезды и звезды сравнения производились по симметричной схеме вида: темновой ток — фон (U, V, B) — звезда сравнения (B, V, U) — переменная звезда (U, V, B) — переменная звезда (B, V, U) — звезда сравнения (U, V, B) — фон (B, V, U) — темновой ток. Эта схема позволяла приводить наблюдения в трех цветах к одному моменту.

Наблюдения проводились в неблагоприятный для данной звезды зимне-весенний период, вблизи ее нижней кульминации ($z = 40^\circ \div 63^\circ$). За 14 ночей наблюдений, охватывающих интервал времени от 2-х до 10-ти часов, было получено 195, 204 и 197 серий записей в синих, желтых и ультрафиолетовых лучах соответственно, произведенных по указанной выше схеме.

В результате обработки наблюдений, выполненных с использованием элементов $\text{Min} = \text{J. D. } 2432456.668 + 1.641246 \cdot E$, после учета поглощения земной атмосферой, были построены три кривые блеска исследуемой системы. Эти кривые блеска изображены у Пыльской и др. (1970) на рис. 5, 6, 7. В данной работе приводятся наблюденные точки, собранные в таблице 1. В первом столбце таблицы даны моменты наблюдений в Юлианских днях, приведенные к центру Солнца, во втором — фазы, выраженные в долях периода, в третьем, четвертом и пятом столбцах указаны разности звездных величин $\Delta m_{\text{ф}}$, $\Delta m_{\text{с}}$, $\Delta m_{\text{ж}}$ переменной и звезды сравнения (CQ Сер — HD 214259) в ультрафиолетовых, синих и желтых лучах, соответственно.

Таблица 1

Фотоэлектрические наблюдения CQ Сер.

J.D.☉	Фаза	$\Delta m_{\text{ф}}$	$\Delta m_{\text{с}}$	$\Delta m_{\text{ж}}$	J.D.☉	Фаза	$\Delta m_{\text{ф}}$	$\Delta m_{\text{с}}$	$\Delta m_{\text{ж}}$
2440...					2440...				
263.108	0P410	-0 ^m .276	0 ^m .365	0 ^m .147	264.199	0P075	-1 ^m .138	0 ^m .444	0 ^m .233
.121	0.418	-0.240	0.377	0.157	.207	0.080	-0.150	0.429	0.217
.130	0.423	-0.223	0.386	0.185	.217	0.086	-0.152	0.422	0.225
.149	0.435	-0.181	0.415	0.198	.224	0.090	-0.171	0.401	0.200
.160	0.442	-0.161	0.421	0.215	.236	0.097	-0.161	0.397	0.190
.174	0.450	-0.150	0.436	0.242	.250	0.106	-0.198	0.376	0.168
.210	0.472	-0.068	0.488	0.290	.256	0.109	-0.209	0.357	0.177
.222	0.479	-0.052	0.523	0.320	.266	0.116	-0.201	0.354	0.135
.240	0.490	-0.038	0.531	0.332	.274	0.120	-0.229	0.346	0.140
.250	0.497	-0.036	0.531	0.342	265.118	0.635	-0.246	0.355	0.174
.261	0.503	-0.023	0.551	0.341	.129	0.641	-0.298	0.323	0.103
264.088	0.007	0.085	0.632	0.433	.135	0.645	-0.316	0.310	0.117
.102	0.016	0.028	0.601	0.423	.144	0.651	-0.320	0.307	0.080
.108	0.019	0.021	0.580	0.378	.151	0.655	-0.327	0.301	0.079
.118	0.025	0.058	0.590	0.382	.163	0.662	-0.312	0.293	0.081
.127	0.031	0.009	0.560	0.376	.170	0.666	-0.344	0.268	0.064
.137	0.037	-0.022	0.575	0.336	.176	0.670	-0.356	0.258	0.033
.145	0.042		0.546	0.319	.186	0.676	-0.342	0.285	0.036
.154	0.047	-0.005	0.549	0.325	.193	0.680	-0.362	0.265	0.053
.165	0.054	-0.027	0.518	0.321	.210	0.691	-0.396	0.252	0.023
.172	0.058	-0.046	0.512	0.305	.218	0.696	-0.387	0.228	0.007
.183	0.065	-0.095	0.483	0.264	.255	0.718	-0.406	0.200	-0.033
.190	0.069	-0.102	0.475	0.255					

2440...

265.275	0.730	-0.415		-0.023
.285	0.736	-0.465	0.168	-0.047
.293	0.741	-0.435	0.177	-0.047
267.104	0.845	-0.448	0.170	-0.049
.113	0.850	-0.454	0.190	-0.028
.127	0.859	-0.414	0.207	-0.027
.138	0.865	-0.419	0.208	0.005
.148	0.872	-0.418	0.235	0.018
.158	0.878	-0.370	0.257	0.028
.171	0.886	-0.349	0.260	0.045
.217	0.914	-0.248	0.348	0.118
.225	0.918	-0.207	0.353	0.128
.238	0.926	-0.185	0.379	0.151
.251	0.934	-0.139	0.423	0.213
.260	0.940	-0.097	0.450	0.229
.274	0.948	-0.051	0.473	0.252
.282	0.952	-0.087	0.464	0.272
.290	0.958	-0.027	0.483	0.283
.301	0.965	-0.017	0.512	0.325
.338	0.987	0.050	0.584	0.401
.349	0.994	0.087	0.606	0.417
.360	0.001		0.677	0.460
.368	0.006	0.058	0.630	0.417
.378	0.012	0.106	0.615	0.425
.385	0.016	0.049	0.590	0.409
.433	0.045	-0.018	0.529	0.308
.445	0.053	-0.014	0.515	0.291
272.168	0.930	-0.166	0.429	0.210
.185	0.941	-0.096	0.469	0.253
.207	0.954	-0.040	0.477	0.265
.218	0.961	-0.034	0.493	0.293
274.118	0.118	-0.225		
.129	0.125	-0.270	0.297	0.096
.142	0.133	-0.291	0.286	0.071
.153	0.140	-0.300	0.295	0.077
.166	0.148	-0.336	0.257	0.035
.177	0.154	-0.331	0.273	0.045
.188	0.161	-0.322	0.296	0.057
.202	0.170	-0.357	0.235	0.015
.213	0.176	-0.347	0.260	0.026
.223	0.182	-0.377	0.236	-0.006
280.129	0.781	-0.475		-0.073
.142	0.789	-0.463	0.168	-0.050
.156	0.797	-0.476	0.169	-0.078
.166	0.803	-0.459	0.154	-0.073

2440...

280.178	0.811	-0.448	0.172	-0.052
.189	0.817	-0.447	0.161	-0.083
.206	0.828	-0.456	0.168	-0.076
.218	0.835	-0.432	0.188	-0.052
.228	0.841	-0.468	0.167	-0.069
.239	0.848	-0.426	0.155	-0.067
.253	0.856	-0.410	0.193	-0.014
.265	0.864	-0.400	0.204	-0.035
281.116	0.382	-0.322		0.078
.128	0.389	-0.309		0.093
.139	0.396	-0.277		0.102
.153	0.405	-0.259		0.120
.164	0.411	-0.225	0.350	0.161
.175	0.418	-0.212	0.396	0.181
.186	0.425	-0.205	0.405	0.179
.197	0.432	-0.179	0.441	
.209	0.439	-0.146	0.417	0.230
.228	0.450	-0.114	0.467	0.247
.239	0.457	-0.123	0.482	0.287
.252	0.465	-0.057	0.480	0.290
.264	0.472	-0.056	0.510	0.304
.275	0.479	-0.028	0.516	0.328
.293	0.490	-0.031	0.525	0.321
.378	0.542	-0.097	0.511	0.287
.400	0.555	-0.101	0.455	0.275
.421	0.568	-0.152	0.424	0.216
.436	0.577	-0.143	0.432	0.205
.471	0.598	-0.235	0.398	0.163
.483	0.606	-0.216	0.384	0.155
.499	0.616	-0.234	0.375	0.135
.511	0.623	-0.217	0.325	0.111
.523	0.630	-0.257	0.322	0.107
.535	0.637	-0.271	0.327	0.130
282.385	0.155	-0.288	0.295	0.071
.395	0.161	-0.311	0.252	0.032
.407	0.169	-0.309	0.245	0.027
.420	0.177	-0.342	0.235	0.047
.431	0.183		0.249	0.019
.448	0.194	-0.383	0.199	0.030
.461	0.202	-0.372	0.212	-0.018
.473	0.209	-0.386	0.228	-0.022
.485	0.216	-0.385	0.188	-0.038
.497	0.224	-0.406	0.200	-0.019
.518	0.236	-0.415	0.171	-0.064

(продолжение)

2440...

282.534	0 ^p .246	-0. ^m 445	0. ^m 185	-0. ^m 044
.546	0.235	-0.444	0.185	-0.032
.556	0.260	-0.434		-0.039
307.178	0.262	-0.430	0.174	-0.072
.196	0.273	-0.449	0.183	-0.069
.211	0.282	-0.428	0.177	-0.059
.228	0.292	-0.426	0.152	-0.075
.242	0.301	-0.413	0.177	-0.051
.257	0.310	-0.424	0.169	-0.058
.288	0.329		0.169	-0.032
.303	0.338	-0.380	0.198	-0.063
.315	0.345	-0.338	0.193	-0.007
.351	0.367	-0.338	0.246	0.047
.360	0.372	-0.307	0.250	0.022
.375	0.382		0.266	0.050
.389	0.390	-0.280	0.284	0.093
.402	0.398	-0.240	0.319	0.139
.416	0.407	-0.251	0.324	0.138
.429	0.415	-0.213	0.362	0.143
.442	0.422	-0.225	0.343	0.133
.457	0.432	-0.179	0.376	0.174
.477	0.444	-0.158	0.392	0.229
.491	0.452	-0.184	0.427	0.244
309.169	0.475	-0.079	0.511	0.317
.185	0.484	-0.071	0.502	0.296
.198	0.492	-0.036	0.521	0.348
.213	0.501	-0.038	0.525	0.322
.229	0.511	-0.045	0.526	0.351
.244	0.520	-0.031	0.502	0.361
.261	0.531	-0.050	0.497	0.311
.291	0.549	-0.019	0.492	0.309
.310	0.561	-0.105	0.564	0.371
.326	0.570	-0.352	0.338	0.113
.342	0.580	-0.159	0.398	0.222
.360	0.591	-0.172	0.357	0.211
.374	0.600	-0.205	0.398	0.193

2440...

309.389	0 ^p .609	-0. ^m 186	0. ^m 354	0. ^m 168
.409	0.621	-0.204	0.339	0.138
342.383	0.712	-0.410	0.203	-0.010
.395	0.719	-0.414	0.218	-0.004
.407	0.726	-0.420	0.194	-0.029
.419	0.734	-0.437	0.184	-0.018
.429	0.740	-0.443	0.197	-0.043
.441	0.747	-0.460	0.199	-0.044
.451	0.753	-0.443		-0.017
343.242	0.235	-0.418	0.197	-0.060
.254	0.242	-0.412	0.192	-0.044
.269	0.252	-0.408	0.153	-0.066
.279	0.258	-0.449	0.166	-0.061
.291	0.265	-0.429	0.167	-0.040
.302	0.272	-0.433	0.149	-0.061
.314	0.279	-0.424	0.162	-0.078
.341	0.295	-0.454	0.138	-0.071
.358	0.306			-0.030
.371	0.314		0.163	-0.041
.397	0.330	-0.421	0.183	-0.040
.406	0.335	-0.446	0.186	-0.042
.419	0.343	-0.421	0.194	0.007
.430	0.350	-0.377	0.209	-0.023
.440	0.356	-0.411	0.241	0.003
362.269	0.828		0.164	-0.075
.275	0.832		0.136	-0.064
.289	0.840	-0.445	0.139	-0.061
.305	0.850	-0.488	0.140	-0.092
.315	0.856	-0.466	0.149	-0.072
.324	0.862	-0.461	0.188	-0.078
.335	0.868	-0.449	0.162	-0.050
.344	0.874	-0.426	0.195	-0.024
.354	0.880	-0.429	0.185	-0.008
.367	0.888	-0.417	0.288	-0.011
.379	0.895	-0.356	0.241	0.021
.390	0.902	-0.358		0.064

Далее, наблюдения объединялись в нормальные точки и затем были получены три средние кривые блеска CQ Сер, приведенные в таблице 2 и на рис. 1. У этих средних кривых блеска были измерены глубины и ширины минимумов, а также различия яркостей максимумов — превышение яркости звезды в максимуме, предшествующем главному минимуму

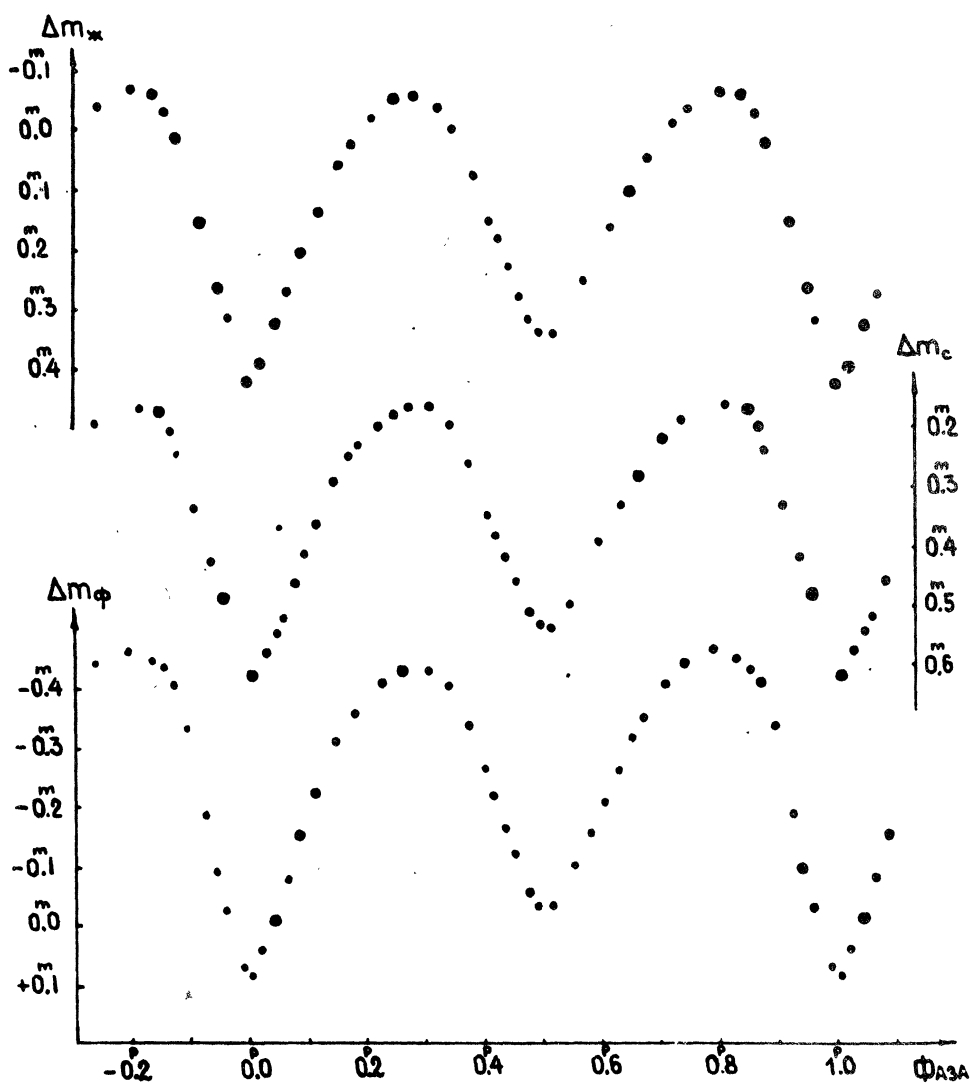


Рис.1 Средние кривые блеска SQ Сер.

Таблица 2

Средние кривые блеска CQ Сер

N	Фаза	Δm_{ϕ}	Вес	Фаза	Δm_{ϕ}	Вес	Фаза	Δm_{ϕ}	Вес
1	0.009	0.083	14	0.005	0.617	36	0.001	0.420	26
2	0.019	0.038	22	0.028	0.576	24	0.022	0.393	28
3	0.045	-0.012	32	0.045	0.543	16	0.047	0.319	32
4	0.065	-0.081	18	0.055	0.518	16	0.067	0.264	24
5	0.086	-0.154	30	0.072	0.458	24	0.092	0.200	30
6	0.116	-0.220	30	0.091	0.407	18	0.121	0.134	24
7	0.150	-0.311	21	0.113	0.358	24	0.153	0.053	18
8	0.181	-0.355	21	0.143	0.287	21	0.176	0.021	18
9	0.230	-0.410	25	0.171	0.244	15	0.209	-0.025	15
10	0.266	-0.431	37	0.187	0.228	9	0.250	-0.054	34
11	0.306	-0.431	16	0.225	0.199	20	0.280	-0.063	28
12	0.340	-0.403	19	0.250	0.174	21	0.323	-0.041	26
13	0.377	-0.336	19	0.272	0.164	21	0.348	-0.006	17
14	0.404	-0.264	14	0.310	0.163	23	0.383	0.073	17
15	0.420	-0.222	21	0.342	0.196	19	0.409	0.145	20
16	0.439	-0.166	16	0.374	0.257	15	0.424	0.174	14
17	0.456	-0.123	15	0.407	0.345	11	0.442	0.222	17
18	0.478	-0.059	20	0.419	0.377	15	0.460	0.274	15
19	0.495	-0.036	17	0.434	0.414	19	0.478	0.313	16
20	0.517	-0.035	12	0.453	0.456	15	0.495	0.333	17
21	0.553	-0.102	4	0.477	0.508	20	0.522	0.335	16
22	0.580	-0.160	6	0.492	0.528	14	0.570	0.242	9
23	0.606	-0.210	7	0.509	0.532	13	0.616	0.158	15
24	0.632	-0.263	11	0.545	0.495	9	0.646	0.097	17
25	0.654	-0.319	16	0.597	0.391	9	0.678	0.042	28
26	0.672	-0.351	16	0.633	0.330	17	0.724	-0.019	24
27	0.711	-0.406	24	0.665	0.282	28	0.745	-0.040	20
28	0.741	-0.443	28	0.707	0.220	20	0.800	-0.068	24
29	0.797	-0.464	20	0.738	0.187	24	0.839	-0.064	30
30	0.835	-0.450	24	0.813	0.163	22	0.858	-0.034	24
31	0.854	-0.436	24	0.847	0.171	30	0.877	0.012	32
32	0.869	-0.411	28	0.863	0.200	19	0.918	0.148	33
33	0.895	-0.335	20	0.878	0.240	22	0.949	0.259	34
34	0.927	-0.187	17	0.904	0.329	16	0.963	0.310	11
35	0.944	-0.094	29	0.932	0.419	21			
36	0.960	-0.030	20	0.954	0.480	41			
37	0.991	0.068	8						

(3-я квадратура) над яркостью звезды в максимуме, предшествующем вторичному минимуму (1-я квадратура). Все эти значения приведены в таблице 3. Сопоставление данных этой таблицы с данными таблицы 2

работы Гусейнзаде (1967), где собраны аналогичные параметры кривых блеска CQ Сер, полученные в более ранних исследованиях, подтверждает вывод Гусейнзаде о переменности размеров оболочки, окружающей обе звезды системы. Действительно, ширины обоих минимумов во всех цветах отличаются от полученных ранее. Наши наблюдения показали одинаковую ширину как для главных, так и для вторичных минимумов в отдельности, в то время как два последних ряда наблюдений этой звезды у Гусейнзаде (1967) и Чугайнова (1960) дали различные значения ширины минимумов для разных длин волн. Полученные нами глубины минимумов незначительно отличаются от результатов предыдущих исследований. Данные третьего столбца таблицы 3 подтверждают отмеченные ранее Гусейнзаде изменения величины разности яркости максимумов как с течением времени, так и с длиной волны.

Таблица 3

Минимум	Ширина минимума			Глубина минимума			Различные яркости максимумов		
	ф	с	ж	ф	с	ж	ф	с	ж
I	0. ^d 79	0. ^d 80	0. ^d 79	0. ^m 51	0. ^m 45	0. ^m 49	0. ^m 03	0. ^m 00	0. ^m 00
II	0.84	0.84	0.84	0.40	0.37	0.40			

Как и в работах Гусейнзаде (1967), Чугайнова (1960), Гапошкина (1944), Хилтнера (1950), у полученных кривых блеска наблюдается асимметрия: восходящие ветви обоих минимумов значительно выше нисходящих.

Таблица 4

J.D. ♂	Фаза	Δm _ф	Δm _с	Δm _ж	J.D. ♂	Фаза	Δm _ф	Δm _с	Δm _ж
2440...					2440...				
309.169	0. ^P 475	-0. ^m 079	0. ^m 511	0. ^m 317	309.324	0. ^P 570	-0. ^m 482	0. ^m 343	0. ^m 122
.185	0.484	-0.071	0.502	0.296	.326	0.571	-0.234	0.317	0.105
.198	0.492	-0.036	0.521	0.348	.340	0.580	-0.174	0.385	0.207
.213	0.501	-0.038	0.525	0.322	.342	0.581	-0.176	0.396	0.240
.229	0.511	-0.045	0.526	0.351	.359	0.591	-0.180	0.346	0.227
.244	0.520	-0.031	0.502	0.361	.360	0.592	-0.188	0.334	0.188
.260	0.530	-0.037	0.495	0.305	.373	0.599	-0.278	0.395	0.205
.262	0.532	-0.061	0.471	0.292	.375	0.600	-0.155	0.389	0.188
.289	0.549	-0.005	0.482	0.305	.388	0.608	-0.206	0.347	0.152
.292	0.550	-0.020	0.492	0.313	.390	0.609	-0.190	0.344	0.177
.310	0.561	-0.099	0.564	0.385	.408	0.620	-0.200	0.328	0.141
.311	0.562	-0.110	0.551	0.351	.409	0.621	-0.271	0.322	0.135

В ночь с 28 на 29 марта 1969 года вблизи фазы 0.^P56 была отмечена вспышка исследуемой звезды, длившаяся около 2-х часов. Для более

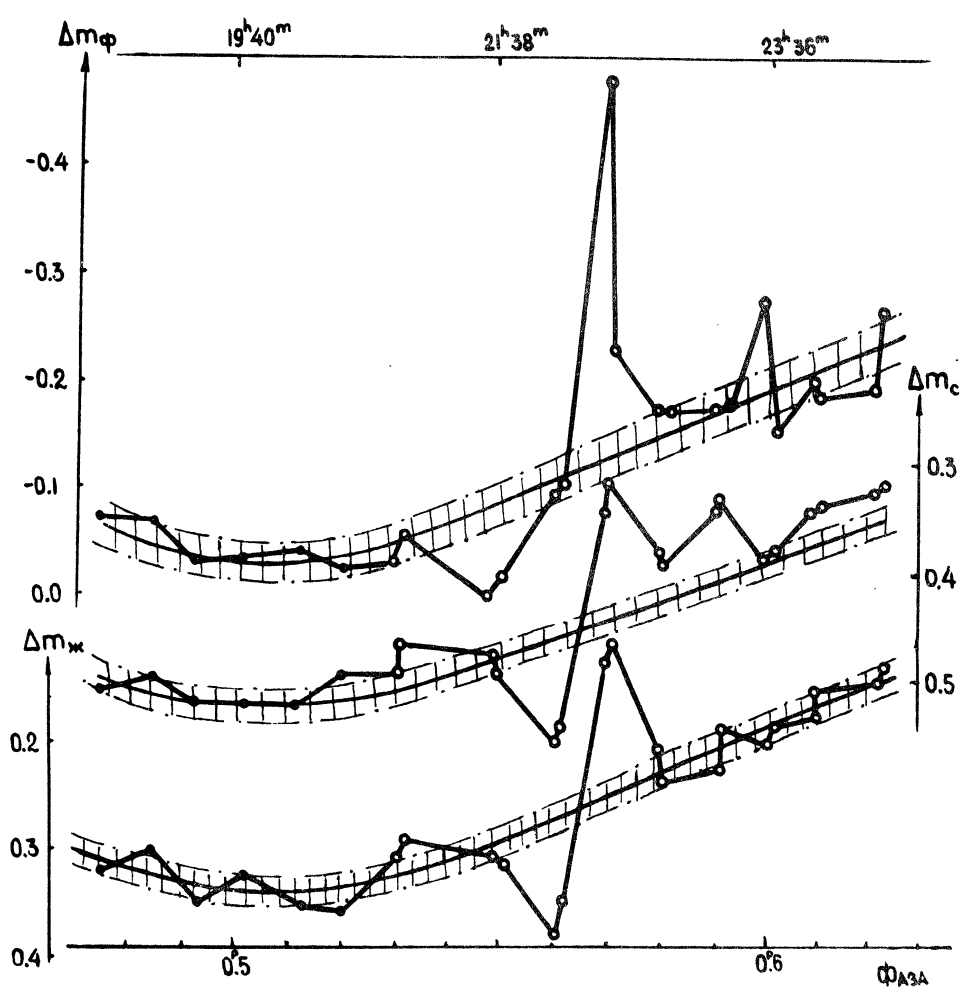


Рис. 2
Вспышка CQ Сер.

тщательного изучения поведения блеска звезды в 7-ой ÷ 15-ой сериях наблюдений этой ночи производилась обработка каждой из полученных записей CQ Сер в отдельности, т.е. каждая наблюденная точка, получаемая приведением двух регистраций блеска CQ Сер в данном центре к среднему моменту данной серии, разделялась на две. Результаты наблюдений этой ночи представлены в таблице 4 и на рис. 2, где полыми кружками изображены разделенные точки, а заштрихованной полосой отмечена величина средней квадратической ошибки наблюдений, отложенная от средней кривой. Из рисунка видно, что вспышке предшествовало начавшееся в ультрафиолете и продолжавшееся со сдвигом по фазе в синих и желтых лучах падение блеска примерно на $0^m.1$ во всех длинах волн. Затем последовало резкое возрастание блеска на $0^m.35$, $0^m.13$, $0^m.14$ в ультрафиолетовых, синих и желтых лучах, соответственно, причем на протяжении всей вспышки сохранялось запаздывание по фазе ($\Delta t \approx 30 \div 20$ минут) этого аномального поведения блеска звезды в синих и желтых лучах относительно ультрафиолета.

Интересно отметить, что наблюденная вспышка произошла в фазах близких к фазам $0^P.69 \div 0^P.79$, в которых в 1943 году в течение 2-х ночей Хилтнер наблюдал выброс газа со скоростью около 1000 км/сек., а Гапошкин (1944) отмечал понижение на $0^m.03$ блеска звезды в фотографической области, по его предположению связанное с выбросом охлажденного газа.

В заключение статьи хочется поблагодарить сотрудника Коуровской обсерватории О.П.Пыльскую за помощь в организации и проведении наблюдений.

Литература:

- Пыльская О.П., Токарева Ю.И., Карташева Т.А., 1970, Уч. зап. УрГУ № 111, вып. 7, 105.
 Гусейнзаде А.А., 1967, Астрофизика. 3. 359.
 Гапошкин, 1944 — Gaposhkin S., ApJ 100. 242.
 Хилтнер, 1950 — Hiltner W.A., ApJ 112, 477.
 Чугайнов П.Ф., 1960. Переменные звезды 13, 148.

Обсерватория Уральского гос. ун-та
(Коуровка)

Поступила в редакцию
в августе 1972г.