

Исследование массивных тесных двойных систем раннего спектрального класса.

1. Фотоэлектрические наблюдения затменной двойной системы SX Возничего

И.И. Бондаренко

С февраля 1969 года по апрель 1970 года на электрофотометре телескопа АВР-2 Коуровской астрономической обсерватории Уральского государственного университета было получено 215 наблюдений в системе близкой к В, и 212 наблюдений в системе близкой к V. Приводятся наблюденные и средние кривые блеска, нормальные точки. Кривые блеска сильно деформированы газовым потоком, который имеет место в системе SX Aur.

Researches of the Massive Close Binary Systems of Early Spectral Type

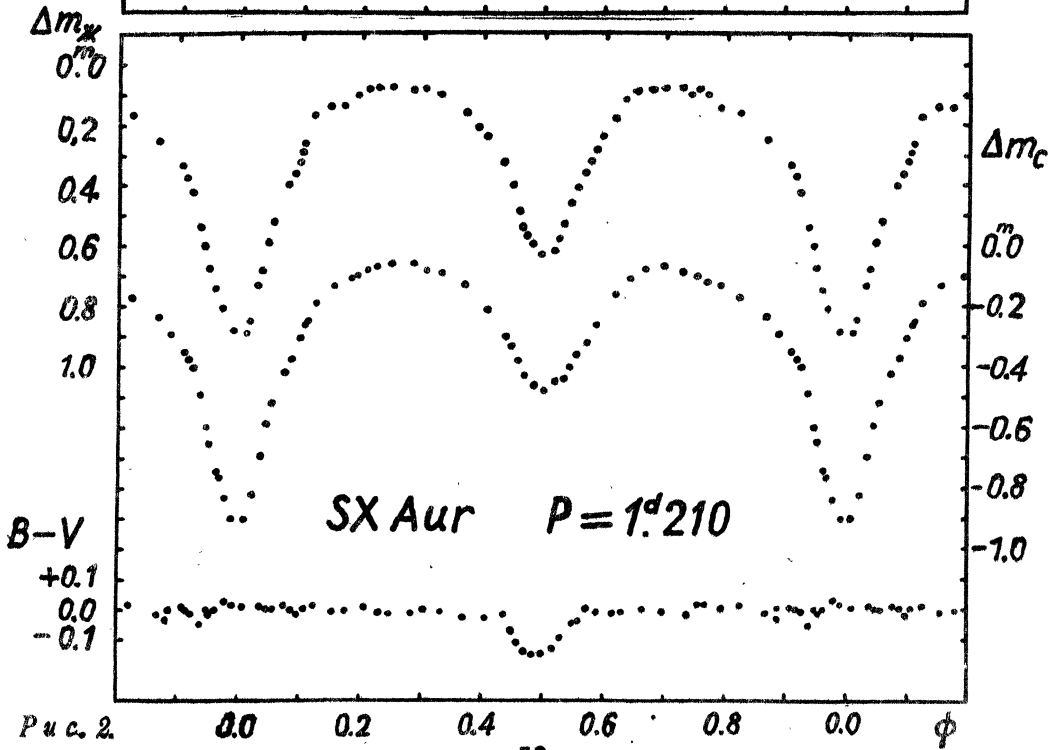
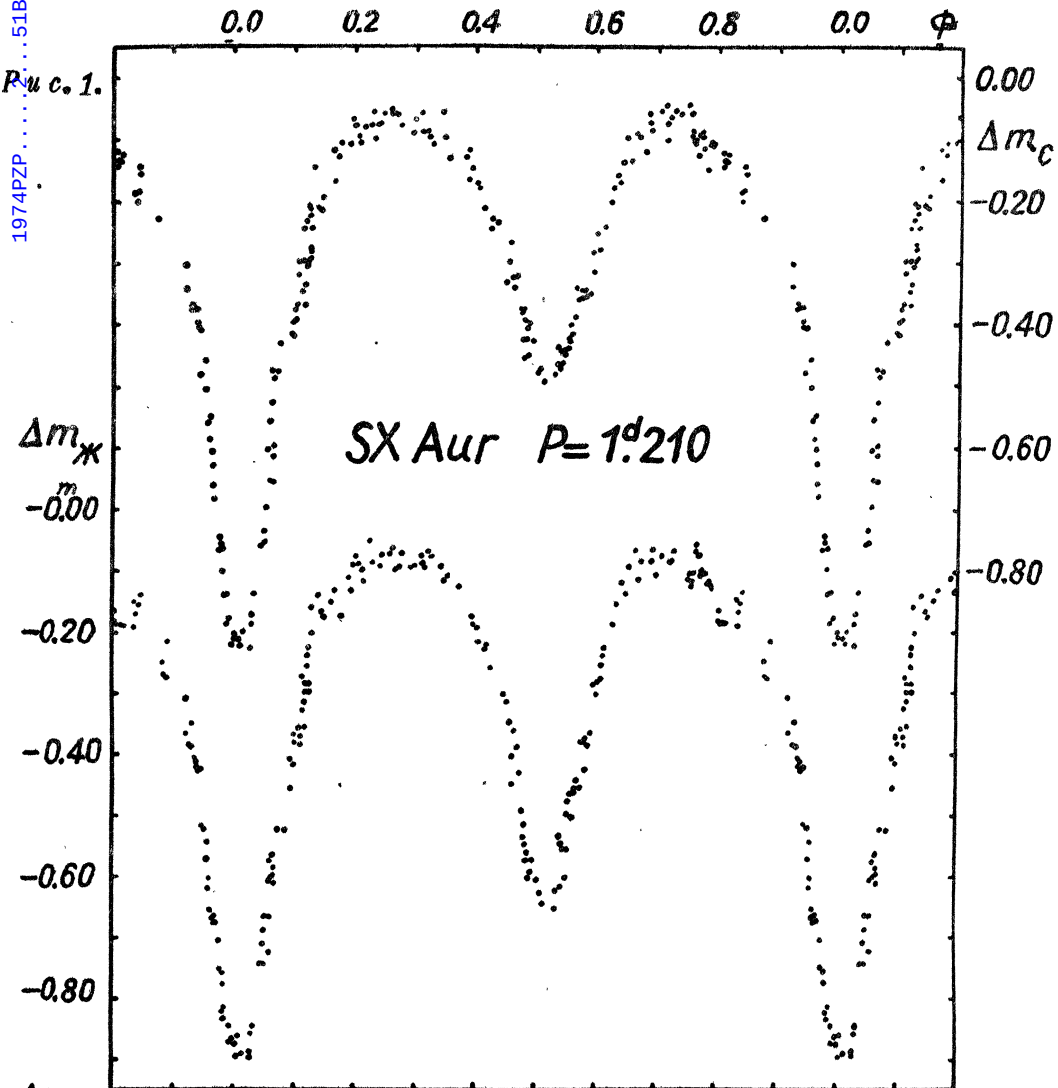
1. Photoelectric Observations of the Eclipsing Binary SX Aurigae by I.I. Bondarenko

215 observations in system close to B and 212 observations in system close to V were carried out by the AVR-2 refraktor of the Ural University Observatory in February 1969 until April 1970. The results of the individual observations and mean light curves are given. We suppose that these curves are changed by gaseous stream.

В 1967 году на Коуровской астрономической обсерватории Уральского государственного университета была начата работа по изучению фотометрических эффектов в кривых блеска тесных двойных систем. Особое внимание было обращено на ряд систем, которые имеют большие массы и ранний спектральный класс. Звезды с такими физическими данными быстро эволюционируют, непрерывно обмениваются массой. Подобные системы должны иметь газовые потоки, а все это должно сказаться на кривой блеска. Для исследования были выбраны системы контактные, полуразделенные и разделенные главной последовательности согласно Свечникову (1969), среди них SX Aur, AN Cep, VV Ori и другие.

С февраля 1969 года по апрель 1970 года на электрофотометре телескопа АВР-2 Коуровской астрономической обсерватории Уральского

1974PZP...51B



государственного университета было получено 215 наблюдений в системе близкой к В и 212 наблюдений в системе близкой к V (Бондаренко, 1970) затменно-двойной звезды SX Aur (HD 33367 (A3)=BD+41°1088 (8^m,1)). звездой сравнения служила звезда HD 33461 (B3), 7^m.8pg контрольной звездой— HD 33412 (B8), 8^m.2pg. Звезда сравнения отстоит от звезды SX Aur по прямому восхождению на +0^m.6, а по склонению на +54'. Такое расположение звезды сравнения позволяет считать разность воздушных масс незначительной и пренебрегать поправкой за разность атмосферной экстинкции. Контрольная звезда находилась между SX Aur и звездой сравнения.

Наблюдения проводились по обычной схеме: наблюдения переменной звезды обязательно чередовались с наблюдениями звезды сравнения. фона неба и темнового тока, три-четыре раза за ночь записывалась звезда сравнения вместе с контрольной звездой. Одно наблюдение длилось 1 минуту.

Звезда наблюдалась на различных зенитных расстояниях (от $z=12^\circ$ до $z=70^\circ$), что при не всегда хороших погодных условиях повлияло на качество наблюдений и увеличило разброс точек.

Используя световые элементы $\text{Min} = J D_{\odot} 2425745.488 + 1^d 2100772 \cdot E$ из ОКПЗ (1958), после учета поглощения земной атмосферой, были построены кривые блеска в двух цветах (рис. 1).

Наблюденные точки приведены в таблицах 1 и 2. В первом столбце таблицы даны моменты наблюдений в долях юлианских дней, приведенные к центру Солнца, во-втором—фазы, выраженные в долях периода, в третьем указаны разности звездных величин: Δm_c и $\Delta m_{\text{ж}}$ переменной и звезды сравнения (SX Aur—HD 33461) в синих и желтых лучах (соответственно таблицы 1 и 2).

Кривые блеска, составленные из наблюденных точек, явно обнаруживают сдвиг главных и вторичных минимумов относительно фаз 0^P.0000 и 0^P.5000 на фазу +0^P.0181.

Если принять исходную начальную эпоху за точную, то тогда следует считать, что период изменения блеска SX Aur должен быть меньше приведенного в ОКПЗ (1958) на 0^d.0000015, т. е. должен составлять 1^d.2100757.

Наблюденные точки были объединены в нормальные точки, которые приведены в таблицах 3 и 4. Первый столбец каждой таблицы содержит порядковые номера нормальных точек, второй — среднюю разность блеска для нормальной точки, третий — среднюю фазу, четвертый — число наблюдений, вошедших в данную нормальную точку.

Средние кривые блеска указывают на ряд изломов, хорошо видимых на восходящих и нисходящих ветвях кривых блеска SX Aur. Отчетливо виден более крутой подъем восходящих ветвей в обоих минимумах, заметен излом на восходящих ветвях в главном минимуме на фазе 0^P.062 и во вторичном минимуме — на фазе 0^P.56.

На обеих кривых блеска хорошо заметно сильное поглощение после

фазы 0P.75. Повидимому оно возникает вследствие поглощающего действия газового потока, имеющего место в системе. Внимание следует обратить и на сильное поглощение во вторичном минимуме на кривой блеска в синем цвете, что особенно хорошо видно на кривой показателя цвета $(B - V)$, приведенной на рисунке 2.

Т а б л и ц а 1.

JD _⊙	ϕ	Δm_c	JD _⊙	ϕ	Δm_c	JD _⊙	ϕ	Δm_c
2440...			2440...			2440...		
261.138	0.6638	-0.093	271.195	0.9750	-0.765	272.144	0.7586	-0.106
.144	.6690	.098	.198	.9770	.745	.145	.7603	.100
262.106	.4639	.323	.200	.9786	.756	.153	.7667	.127
.112	.4685	.322	.202	.9809	.773	.156	.7687	.092
.122	.4766	.375	.205	.9832	.797	.157	.7697	.090
.127	.4810	.396	.214	.9904	.837	.160	.7720	.099
.130	.4832	.424	.218	.9938	.875	.162	.7741	.114
.135	.4879	.452	.230	.0039	.909	.171	.7812	.150
.196	.5379	.438	.238	.0103	.910	.173	.7833	.110
.193	.5400	.444	.240	.0121	.920	.176	.7853	.106
.201	.5419	.442	.245	.0162	.897	.178	.7872	.110
.209	.5489	.450	.260	.0282	.926	.180	.7889	.107
.212	.5513	.443	.262	.0304	.885	.200	.8057	.121
.215	.5536	.424	.265	.0324	.870	.203	.8077	.144
.220	.5584	.403	.267	.0339	.834	.206	.8099	.135
.223	.5604	.415	.283	.0474	.758	.208	.8122	.137
.240	.5680	.341	.287	.0511	.752	.211	.8143	.124
.244	.5781	.345	.298	.0602	.652	.237	.8359	.183
.247	.5800	.345	.301	.0626	.653	.240	.8381	.200
271.134	.9241	.340	.304	.0646	.612	.242	.8405	.181
.140	.9298	.375	.306	.0666	.596	.245	.8425	.144
.142	.9314	.369	.341	.0956	.413	.247	.8442	.157
.145	.9333	.373	.343	.0072	.414	.281	.8726	.227
.150	.9374	.373	.345	.0988	.397	291.160	.4734	.371
.152	.9395	.397	.347	.1004	.392	.166	.4789	.427
.155	.9416	.406	.349	.1020	.375	305.166	.0486	.733
.158	.9440	.409	.369	.1190	.368	.171	.0523	.694
.159	.9453	.480	.372	.1208	.304	.179	.0591	.553
.168	.9524	.457	.374	.1228	.297	.183	.0620	.523
.169	.9533	.503	.376	.1250	.293	639.312	.1733	.125
.174	.9576	.557	.378	.1262	.274	.213	.1905	.107
.177	.9600	.585	.379	.1270	.220	.325	.1943	.063
.178	.9615	.549	.382	.1295	.241	.332	.2001	.075
.180	.9623	.603	.393	.1390	.208	.335	.2032	.095
.182	.9642	.629	272.136	.7527	.059	.342	.2091	.103
.184	.9659	.661	.138	.7544	.096	.351	.2168	.079
.186	.9675	-0.692	.141	.7567	-0.102	.363	.2168	-0.074

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

JD _☉	ϕ	Δm_c	JD _☉	ϕ	Δm_c	JD _☉	ϕ	Δm_c
2440...			2440...			2440...		
639.365	0.2291	-0.053	682.360	0.7539	-0.088	683.445	0.6571	-0.135
.369	0.2316	.099	683.196	.4497	.332	.469	.6779	.120
.377	.2379	.074	.202	.4550	.298	.473	.6814	.057
.378	.2392	.072	.206	.4581	.267	.476	.6839	.071
.389	.2482	.054	.212	.4629	.340	.479	.6866	.086
.402	.2590	.049	.229	.4772	.380	.501	.7052	.053
.408	.2636	.057	.233	.4801	.457	.507	.7119	.043
.412	.2671	.059	.241	.4871	.408	.510	.7141	.101
.421	.2745	.071	.245	.4905	.399	.514	.7172	.072
.444	.2932	.086	.251	.4956	.429	.516	.72 00	.063
.447	.2960	.063	.262	.5042	.479	.525	.7283	.053
.462	.3093	.052	.266	.5076	.475	.536	.7374	.057
.465	.3111	.085	.272	.5128	.494	684.256	.3262	.109
.469	.3139	.085	.297	.5333	.482	.277	.3433	.051
.478	.3212	.098	.301	.5366	.413	.282	.3476	.096
640.204	.9210	.301	.307	.5414	.424	.288	.3526	.130
.278	.9829	.837	.314	.5471	.413	.323	.3821	.129
.284	.9878	.886	.322	.5535	.439	.325	.3838	.117
.297	.9981	.918	.326	.5573	.427	.329	.3871	.163
.301	.0014	.901	.335	.5648	.388	.334	.3914	.147
.368	.0575	.601	.341	.5698	.360	.345	.4006	.171
.373	.0615	.526	.345	.5733	.358	.350	.4051	.177
.380	.0672	.487	.358	.5836	.354	.358	.4119	.211
.387	.0724	.473	.362	.5868	.352	.374	.4251	.245
.391	.0758	.429	.369	.5924	.282	.377	.4278	.229
.426	.1053	.366	.370	.5947	.315	.385	.4347	.231
.430	.1079	.317	.377	.6005	.253	685.204	.1094	.296
.434	.1112	.344	.382	.6051	.279	.211	.1148	.241
.437	.1141	.294	.390	.6116	.241	.218	.1203	.229
.444	.1194	.332	.401	.6211	.211	.222	.1244	.207
.447	.1225	.207	.408	.6271	.179	.229	.1302	.144
.451	.1253	.272	.414	.6322	.159	.271	.1643	.115
.473	.1439	.211	.421	.6383	.170	.275	.1678	.167
.477	.1471	.190	.426	.6424	.139	.286	.1767	-0.102
.348	.749 0	-0.044	.433	0.6477	-0.099			

Таблица 2.

JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$	JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$	JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$
2440...			2440...			2440...		
261.140	0.6653	-0.069	271.229	0.0028	-0.877	272.210	0.8133	-0.184
.146	.6700	.114	.233	.0066	.893	.235	.8344	.143
262.102	.4604	.404	.234	.0081	.860	.238	.8368	.190
.110	.4672	.362	.241	.0140	.890	.241	.8390	.169
.113	.4695	.390	.258	.0272	.899	.244	.8414	.151
.126	.4799	.536	.261	.0293	.887	.246	.8434	.133
.128	.4821	.572	.263	.0314	.855	.291	.8806	.247
.134	.4867	.603	.266	.0333	.842	.295	.8841	.273
.197	.5391	.532	.279	.0444	.740	.298	.8863	.274
.200	.5409	.549	.282	.0466	.741	.304	.8910	.213
.202	.5430	.557	.284	.0481	.710	291.162	.4750	.429
.211	.5500	.601	.286	.0499	.688	.168	.4805	.515
.213	.5524	.499	.297	.0589	.667	305.169	.0507	.664
.216	.5547	.477	.300	.0613	.600	.180	.0599	.605
.222	.6595	.467	.302	.0637	.563	.182	.0611	.571
.238	.5673	.457	.305	.0657	.586	639.325	.1918	.110
.243	.5771	.380	.340	.0946	.456	.328	.1959	.130
.246	.5790	.380	.342	.0964	.408	.331	.1980	.089
.248	.5810	.378	.344	.0979	.417	.335	.2017	.075
271.131	.9224	.365	.346	.0995	.367	.342	.2072	.087
.140	.9290	.385	.348	.1012	.381	.346	.2109	.099
.141	.9305	.386	.368	.1178	.266	.350	.2144	.118
.144	.9322	.348	.370	.1200	.248	.363	.2261	.050
.148	.9359	.408	.373	.1218	.239	.368	.2306	.085
.149	.9366	.411	.375	.1239	.226	.380	.2405	.092
.151	.9384	.420	.381	.1283	.200	.388	.2469	.072
.154	.9406	.427	.395	.1399	.140	.401	.2587	.070
.156	.9427	.422	272.137	.7535	.114	.409	.2645	.062
.162	.9478	.518	.140	.7554	.104	.413	.2680	.098
.165	.9499	.520	.142	.7576	.118	.420	.2734	.097
.170	.9542	.570	.144	.7591	.129	.422	.2756	.070
.171	.9558	.544	.146	.7611	.103	.444	.2940	.093
.172	.9564	.619	.155	.7679	.070	.448	.2967	.091
.175	.9591	.601	.156	.7691	.057	.463	.3099	.074
.177	.9608	.653	.158	.7708	.077	.466	.3118	.088
.181	.9633	.668	.161	.7731	.108	.470	.3146	.093
.183	.9651	.674	.164	.7752	.099	.478	.3218	.069
.185	.9668	.664	.173	.7824	.114	640.204	.9216	.308
.187	.9683	.674	.174	.7843	.121	.279	.9836	.826
.196	.9761	.706	.177	.7862	.118	.285	.9885	.817
.199	.9778	.750	.179	.7879	.121	.298	.9990	.862
.201	.9797	.757	.181	.7897	.126	.370	.0582	.723
.204	.9819	.773	.198	.8037	.161	.374	.0630	.599
.208	.9853	.832	.201	.8065	.180	.380	.0666	.612
.217	.9927	.841	.204	.8086	.182	.386	.0717	.523
.220	.9951	.875	.207	.8110	.183	.390	.0752	.525

Таблица 2 (продолжение)

JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$	JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$	JD _☉	ϕ	$\Delta m_{\text{ж}}$
2440...			2440...			2440...		
640.427	0.1059	-0.401	683.306	0.5407	-0.172	683.495	0.7022	-0.109
.430	.1084	.357	.315	.5481	.553	.505	.7109	.077
.434	.1120	.371	.320	.5525	.556	.518	.7230	.087
.438	.1147	.374	.332	.5620	.503	.527	.7308	.069
.443	.1187	.355	.336	.5656	.462	684.257	.3269	.073
.446	.1219	.254	.340	.5692	.443	.276	.3423	.091
.450	.1247	.283	.347	.5742	.458	.283	.3482	.115
.474	.1445	.167	.357	.5829	.423	.288	.3520	.109
.478	.1476	.172	.362	.5874	.389	.312	.3721	.123
682.347	.7482	.054	.369	.5931	.365	.339	.3948	.173
.359	.7578	.099	.376	.5992	.290	.344	.3991	.187
683.195	.4491	.302	.380	.6027	.303	.348	.4029	.191
.201	.4534	.318	.384	.6063	.281	.353	.4072	.215
.207	.4590	.348	.388	.6097	.277	.364	.4163	.229
.211	.4622	.450	.389	.6108	.253	.368	.4200	.220
.230	.4777	.493	.392	.6132	.239	.372	.4234	.259
.233	.4806	.548	.395	.6154	.227	685.203	.1087	.385
.240	.4865	.562	.409	.6283	.189	.212	.1154	.329
.246	.4912	.593	.419	.6369	.153	.216	.1195	.285
.250	.4948	.571	.429	.6451	.120	.223	.1252	.299
.261	.5035	.603	.436	.6507	.139	.228	.1295	.157
.267	.5082	.628	.439	.6544	.094	.268	.1625	.149
.271	.5121	.644	.463	.6752	.085	.276	.1685	.132
.296	.5326	.654	.483	.6928	.085	.286	.1770	.171
.302	.5373	.622	.486	.6951	.067			

Таблица 3.

Δm_c	ϕ	n	Δm_c	ϕ	n	Δm_c	ϕ	n
1 0.903	0.0069	3	19 0.092	0.3298	3	37 0.072	0.6963	4
2 .821	.0199	3	20 .131	.3684	3	38 .087	.7378	7
3 .690	.0344	4	21 .208	.4071	4	39 .105	.7522	5
4 .593	.0437	6	22 .299	.4363	3	40 .117	.7672	5
5 .519	.0507	3	23 .328	.4471	3	41 .132	.7920	5
6 .419	.0715	3	24 .375	.4577	3	42 .173	.8222	5
7 .369	.0849	5	25 .426	.4664	8	43 .234	.8692	3
8 .301	.0958	5	26 .456	.4822	3	44 .290	.8854	3
9 .256	.1046	6	27 .483	.4976	4	45 .346	.9086	4
10 .252	.1090	4	28 .451	.5189	4	46 .373	.9173	2
11 .188	.1220	4	29 .437	.5277	11	47 .404	.9237	3
12 .127	.1523	4	30 .405	.5425	4	48 .489	.9349	3
13 .105	.1818	4	31 .365	.5503	4	49 .595	.9452	3
14 .076	.2081	4	32 .318	.5706	5	50 .653	.9496	4
15 .067	.2238	3	33 .258	.5878	3	51 .743	.9609	5
16 .059	.2480	4	34 .160	.6172	4	52 .761	.9674	2
17 .065	.2844	4	35 .106	.6414	4	53 .827	.9759	3
18 .081	.3044	3	36 .083	.6647	4	54 .903	.9889	4

Т а б л и ц а 4.

	$\Delta m_{\text{ж}}$	ϕ	n		$\Delta m_{\text{ж}}$	ϕ	n		$\Delta m_{\text{ж}}$	ϕ	n
1	0.893	0.0101	2	22	0.161	0.3707	3	42	0.178	0.6152	2
2	.849	.0143	2	23	.212	.3905	3	43	.118	.6324	3
3	.730	.0276	3	24	.240	.4036	2	44	.089	.6520	3
4	.685	.0363	4	25	.323	.4325	3	45	.087	.6790	3
5	.591	.0446	7	26	.402	.4467	4	46	.083	.6988	2
6	.524	.0553	2	27	.486	.4594	3	47	.079	.7262	3
7	.396	.0794	5	28	.545	.4630	3	48	.110	.7398	5
8	.364	.0896	3	29	.570	.4688	3	49	.082	.7531	5
9	.325	.0959	3	30	.602	.4793	4	50	.095	.7681	5
10	.288	.1009	4	31	.629	.4948	4	51	.138	.7905	5
11	.257	.1051	5	32	.625	.5146	3	52	.157	.8309	5
12	.169	.1183	5	33	.580	.5221	3	53	.252	.8674	4
13	.140	.1474	2	34	.535	.5266	3	54	.333	.9039	2
14	.137	.1702	3	35	.531	.5349	5	55	.373	.9125	3
15	.101	.1927	3	36	.460	.5425	6	56	.418	.9207	5
16	.067	.2102	2	37	.406	.5507	3	57	.538	.9338	4
17	.082	.2256	2	38	.363	.5656	3	58	.598	.9430	3
18	.077	.2487	5	39	.325	.5752	3	59	.670	.9478	4
19	.086	.2821	3	40	.276	.5859	3	60	.744	.9617	5
20	.081	.3007	4	41	.236	.5943	3	61	.795	.9742	5
21	.105	.3294	3					62	.880	.9960	4

Л и т е р а т у р а:

Бондаренко И.И., 1970, Уч. зап. УрГУ, № 93, вып. 6.

Кукаркин Б.В. и др., 1958, ОКПЗ.

Свечников М.А., 1969, Каталог орбитальных элементов, масс и светимостей тесных двойных звезд, Уч. зап. УрГУ, № 88, вып. 5, Свердловск.

Свердловский государственный
педагогический институт
Коуровская астрономическая
обсерватория УрГУ

Поступила в редакцию
7 февраля 1974 г.