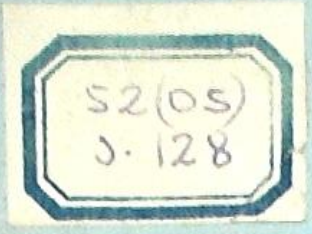
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР



აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
მთა ყანობილი

ბიულეტენი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОБИЛИ

БЮЛЛЕТЕНЬ

32

1965

გამომცემლობა „მეცნიერება"

თბილისი

Тбилиси

52(05)
ა128

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
მთა ყანობილი

ბიულეტენი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОБИЛИ

БЮЛЛЕТЕНЬ

32

р. 42867



1965

გამომცემლობა „მეცნიერება"

თბილისი Тбилиси

52(05)
ა.128
აბასთუმნის
ასტროფიზი-
კური ობსერ-
ვატორია
ბიულ. 1965, 32
Р-42867 12.70 ს.

522. 1 (C 41)
522. 1 (47. 922)
А 135

«Бюллетень» содержит результаты наблюдений и исследований, выполненных за последние годы в Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в областях звездной астрономии, астрофизики, изучения Солнца, планет и других тел солнечной системы, а также и инструментальных разработок.

Отв. редактор Е. К. Харадзе

О ПЕРЕМЕННОСТИ БЛЕСКА И ЦВЕТА γ ВОЛОПАСА

Н. Л. МАГАЛАШВИЛИ и Я. И. КУМСИШВИЛИ

Переменность γ Волопаса обнаружили Гутник и Прагер [1] в 1914 г. После этого, выполненные в разное время фотоэлектрические наблюдения показали, что блеск звезды изменяется время от времени коротко-периодически; иногда в изменении блеска не наблюдается периодичности, порой она постоянна. Так, например, по электрофотометрическим измерениям Гутника и его сотрудников [2, 3, 4, 5] в 1914—1917 гг. звезда показывала короткопериодические ($P=0^d.29$) изменения блеска с малой амплитудой. В 1923 г. имелись сильные изменения, которые в 1925—1929 гг. совершенно исчезли. В 1936 г. достоверного изменения блеска с указанным периодом не имелось. С июня 1936 г. по июль 1940 г. звезда снова испытывала изменение блеска с вышеприведенным периодом и амплитудой. Измерения 1942 года, наоборот, не показали изменения блеска, а по дальнейшим наблюдениям (1943 г.) отмечалось медленное неправильное изменение блеска.

По наблюдениям А. А. Белопольского лучевые скорости γ Волопаса показывают быстрые колебания. На основе измерений лучевых скоростей в 1951 г. Мичайка [6] заключает, что их изменения с периодом, которому время от времени подчиняется изменение блеска, не наблюдаются.

В ОКПЗ (1948 г.) γ Волопаса причислена к типу β Цефея с периодом изменения блеска $P=0^d.2903137$, но, как отмечается в седьмом дополнении к ОКПЗ, в действительности звезда не относится к этому типу. Причисление ее к другим возможным типам также затруднительно из-за недостаточной изученности. Во втором издании ОКПЗ (1958 г.) γ Волопаса причислена к неисследованным звездам.

К фотоэлектрическим наблюдениям γ Волопаса мы приступили в марте 1960 г. и продолжали их по июнь 1962 г. на звездном электрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории (сурьмяно-цезиевый фотоумножитель в комбинации со светофильтрами: *GG*11, желтый и *BG* 3, синий).

Звездой сравнения служила β Волопаса. Наблюдения приведены в таблице 1, где последовательно даны Юлианские гелиоцентрические моменты наблюдений, фазы и разности блеска между переменной и звездой сравнения с синим и желтым фильтрами. Фазы вычислены по элементам:

$$M=2437020^d.440+0^d.2903137\,E.$$

Таблица 1

JD⊙	φ	$\Delta m_ж$	Δm_c	JD⊙	φ	$\Delta m_ж$	Δm_c
2437020.428	0.959	−0.544	−1.683	2437398.324	0.640	−0.530	−1.670
433	976	550	692	332	668	534	664
441	003	590	716	345	711	513	674
448	028	590	752	353	740	518	678
453	045	585	739	364	778	532	682
460	069	575	674	372	806	545	670
481	141	554	682	407.318	176	537	649
487	162	566	729	324	197	530	641
492	179	561	723	331	221	544	638
021.308	990	570	744	339	248	534	647
315	014	551	727	346	273	536	622
321	035	560	706	351	290	520	614
326	052	559	731	358	314	529	634
331	069	585	714	364	333	525	638
022.434	868	568	749	369	352	515	640
439	886	566	735	373	366	524	642
446	910	538	727	408.295	541	519	623
460	958	569	739	301	562	510	594
466	979	580	727	308	586	510	615
473	003	554	734	314	610	525	641
496	082	571	713	816.342	528	535	631
379.380	387	534	650	350	552	522	636
391	425	524	616	357	576	534	646
401	459	544	614	384	666	538	655
408	483	531	624	388	683	530	651
416	511	524	630	394	704	536	645
427	549	534	606	401	728	534	650
453	638	530	626	408	752	532	665
396.262	537	534	622	414	773	336	666
272	572	529	624	816.431	831	540	679
279	596	524	646	436	848	539	692
286	620	518	613	452	904	529	682
294	648	527	635	817.406	190	530	696
300	669	516	657	409	200	532	684
309	699	505	650	414	217	525	682
314	717	534	648	420	238	528	684
321	741	546	633	425	255	532	682
330	772	542	651	431	276	538	678
337	796	540	664	436	293	532	679
397.305	130	524	648	442	314	530	684
312	154	531	644	447	331	529	670
319	179	525	655	457	365	524	668
326	203	538	652	460	410	527	660
332	223	544	671				

Наши наблюдения показывают, что имеются быстрые колебания блеска и наблюдения хорошо представляются периодом, указанным в ОКПЗ 1948).

На основе полученных наблюдений построены средние кривые блеска и цвета, которые приведены в таблице 2 и представлены на рис. 1.

Амплитуда изменения блеска в желтых лучах составляет около 0.05 звездной величины, а в синих 0.11. Обращают на себя внимание

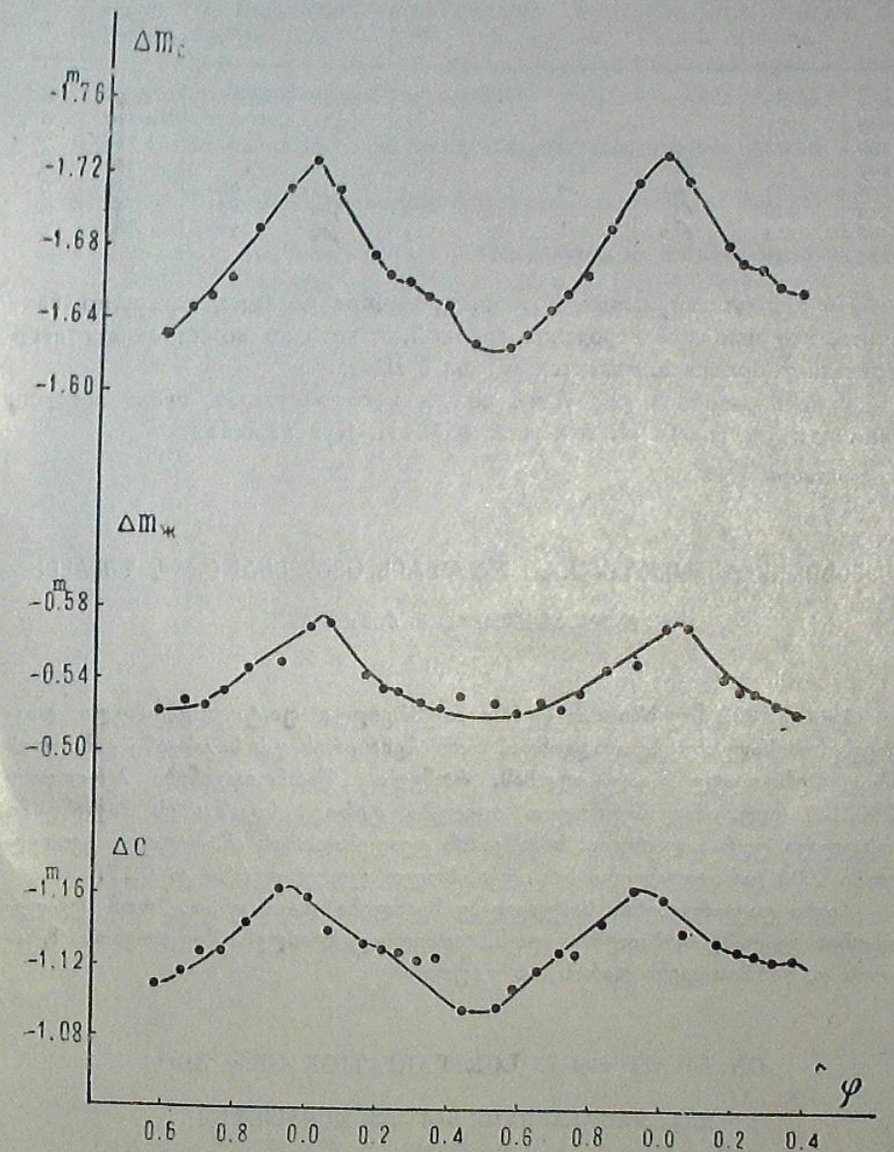


Рис. 1

гораздо большая амплитуда изменения блеска в синих лучах, чем в желтых. Наряду с изменением блеска имеет место и изменение цвета с амплитудой около 0.06. В максимуме блеска звезда синее.

Таблица 2

$\overline{\varphi}$	$\overline{\Delta m_ж}$	$\overline{\Delta m_c}$	$\overline{\Delta C}$	n	$\overline{\varphi}$	$\overline{\Delta m_ж}$	$\overline{\Delta m_c}$	$\overline{\Delta C}$	n
0.001	−0.569	−1.727	−1.158	7	0.536	−0.528	−1.626	−1.098	6
059	572	713	141	6	584	522	632	110	6
160	542	670	134	7	650	528	646	118	7
207	535	666	131	7	707	525	653	128	6
258	534	663	129	5	759	534	662	128	6
312	528	653	125	6	830	546	691	145	5
368	524	650	126	4	923	549	713	164	5
444	532	628	096	4					

По результатам наших фотоэлектрических наблюдений можно заключить, что наиболее вероятной группой, к которой может быть отнесена звезда γ Волопаса, является группа δ Щита.

В наблюдениях и обработке полученного материала, кроме авторов, принимали участие О. П. Абуладзе и М. И. Кумсишвили.

Октябрь, 1963.

მენახირის γ-ს სიკაშკაშისა და ფერის ცვალებადობის შესახებ

ნ. მაღალაშვილი და ი. ჟუმსიშვილი

(რეზიუმე)

1960—1962 წლებში ორ ფერში ჩატარებული ფოტოელექტრული დაკვირვებების საფუძველზე დადგინდა, რომ მენახირის γ-ს სიკაშკაშე განიცდის სწრაფ პერიოდულ ცვალებადობას, რომელიც წარმოიდგინება პერიოდით 0.2903137 დღე. ამავე პერიოდით იცვლება ფერიც. სიკაშკაშის მაქსიმუმში ვარსკვლავი უფრო ლურჯია. სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა ყვითელ ფერში 0.05 ვარსკვლავიერი სიდიდეა, ხოლო ლურჯ ფერში კი 0.11.

ჩვენი დაკვირვებების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცვალებადობის ყველაზე ალბათურ ჯგუფს, რომელსაც შეიძლება მიეკუთვნოს მენახირის γ, წარმოადგენს ფარის δ-ს ჯგუფი.

ON LIGHT and COLOR VARIATION OF γ BOO

N. L. MAGALASHVILI and J. J. KUMSISHVILI

(Summary)

On the base of observations carried out on γ Boo in two colours in 1960—1962 is stated, that light of the star undergoes a rapid periodic variation, which is represented by $P = 0^d.2903137$. The colour undergoes the variations of the same period. The star is bluer in the maxima. The light variation amplitude in yellow colour is 0.05, in blue light 0.11.

Our observations indicate, that the most probable group, to which γ Boo may belong, is the group of δ Sct.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Guthnick P. und Prager R. Photoelektrische Untersuchungen an spektroskopischen Doppelsternen und Planeten. Veröff. der. Univ.—Sternw. Berlin-Babelsberg, 1914, 1, 45.
2. Cuthnick P. und Prager R. Photoelektrische Untersuchungen an spektroskopischen Doppelsternen und Planeten. Veroff. der. Univ.—Sternw. Berlin—Babelsberg, 1918, 2, 74.
3. Güssow M. Lichtelektrische Beobachtungen veränderlicher Sterne. AN, 1928, **233**, 5569, 1—6.
4. Güssow M. Lichtelektrische Beobachtungen veränderlicher Sterne. AN, 1930, **237**, 321—325.
5. Guthnick P. und Schneller H. Lichtelektrische Helligkeitsmessungen von γ Bootis im Juni 1942 und im März 1936. AN, 1943, **273**, 274—276.
6. Miczaika G. R. Radialgeschwindigkeitsmessungen von γ Bootis. Zs. Ap, 1952. **30**, 2, 134—136.

ПОЛУПРАВИЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ *RW* ЛЕБЕДЯ, *SU* ПЕРСЕЯ И *UX* ДРАКОНА

Н. Л. МАГАЛАШВИЛИ и Я. И. КУМСИШВИЛИ

Значение выявления и исследования фотометрических особенностей полуправильных и неправильных переменных звезд, в частности, — красных переменных сверхгигантов, в деле изучения закономерностей в развитии звезд не вызывает сомнения. Известно, что красные переменные сверхгиганты обнаруживают тенденцию образовывать ассоциации. Выбранные нами для исследования звезды *RW* Лебедя и *SU* Персея принадлежат к красным сверхгигантам [1,2]. Как установлено Байделманом [3], *SU* Персея является членом двойного скопления *h* и χ Персея. В работах В. А. Амбарцумяна [4] установлена принадлежность большинства красных переменных сверхгигантов, в том числе *RW* Лебедя и *SU* Персея, к ассоциациям. Связь красных переменных сверхгигантов с ассоциациями и наличие больших неправильностей в изменении их блеска может служить признаком относительной молодости этих звезд.

Электрофотометрические наблюдения полуправильных переменных звезд *RW* Лебедя, *SU* Персея и *UX* Дракона нами проводились на звездном электрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории (катод фотоумножителя сурьмяно-цезиевый) без фильтра в 1956 — 1962 гг.

Индивидуальные наблюдения *RW* Лебедя, *SU* Персея и *UX* Дракона даны в таблице 4, где Δm соответственно означает разности блеска

$$m_{RW\,Cyg} - m_{BD+39°4172} \quad m_{SUPer} - m_{BD+45°600} \text{ и } m_{UXDr^a} - m_{BD+76°732}$$

RW Лебедя. Фотометрические наблюдения этой звезды принадлежат Доберку [5,6] и Гапошкину [7]. Доберк наблюдал ее в 1914—1917 гг. Тогда он считал, что изменения ее блеска носят очень регулярный и симметричный характер с амплитудой 1.25 и он дал элементы изменения блеска:

$$Max = 2421088^d + 631^d E.$$

В более поздних наблюдениях (1922—1924 гг.) он также, как и другие наблюдатели нашел, что изменения блеска звезды *RW* Лебедя носят неправильный характер. По Гапошкину средний период изменения блеска этой звезды равен 586 дням, а амплитуда изменения блеска 1.2 звездной величины.

Мы наблюдали звезду *RW* Лебедя электрофотометрически с 1956 по 1961 г. Звездой сравнения служила BD+39° 4172. В таблице I приводятся средние за ночь наблюдений значения разности блеска между звездой *RW* Лебедя и звездой сравнения, а соответствующая кривая блеска — на рис. I.

За период наших наблюдений зарегистрированы два максимальных значения блеска звезды *RW* Лебедя около Юлианских дней 2436130 и 2437500 и одно минимальное — около 2437230. Амплитуда изменения блеска по нашим наблюдениям не меньше, чем 1.9 звездной величины. Как видим, полученная нами амплитуда изменения блеска сильно отличается от амплитуды, выведенной другими исследователями. По максимумам намечается период 685 дней, который сильно отличается от значения 586 данного в Общем каталоге переменных звезд [8] и больше приближается к значению 631, определенному Доберком [5].

SU Персея. Переменность *SU* Персея открыла Ливитт [9], фотометрически исследовали ее Пейн — Гапошкин [10], Г. П. Захаров [11] и В. П. Цесевич [12].

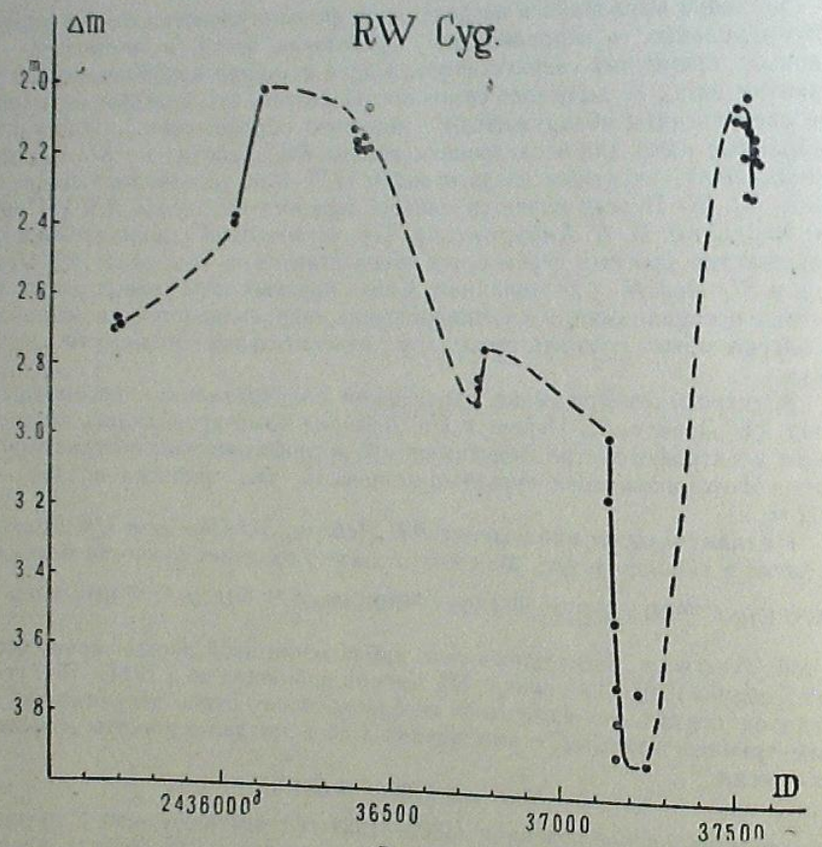


Рис. 1

Наши наблюдения охватывают период 1958—1962 гг. Звездами сравнения служили: 1. BD+55° 600 и 2. BD+56°547.

В таблице 2 соответственно приводятся средние моменты наблюдения в Юлианских днях, средние за ночь наблюдений значения разности блеска между *SU* Персея и звездой сравнения BD+55°600, также между *SU* Персея и второй звездой сравнения — BD+56°547 и разности блеска между звездами сравнения BD+55°600 и BD+56°547; n — число наблюдений, вошедших в образование среднего значения разностей блеска.

Таблица 1

JD	$\Delta\bar{m}$	n	JD	$\Delta\bar{m}$	n
2435686·366	+2·710	5	2437165·314	+3·781	4
694·441	674	8	166·404	687	3
697·439	690	12	167·370	888	6
36039·317	398	3	219·236	720	4
043·402	383	1	249·263	900	6
128·268	018	7	498·462	2·132	2
399·376	135	10	499·473	094	11
400·334	166	10	517·343	127	4
401·456	178	10	519·374	131	3
434·415	184	11	520·361	134	7
437·467	157	4	521·347	067	3
438·431	067	12	525·320	231	4
439·435	189	10	527·364	330	4
749·349	902	7	530·418	165	3
752·337	900	7	546·373	337	2
763·482	902	6	548·320	171	10
764·427	861	5	549·335	174	11
765·426	830	4	550·331	170	10
783·303	752	6	551·340	234	10
37140·396	3·162	6	552·399	212	4
146·476	2·992	4	553·318	186	7
163·332	3·504	4	558·359	242	7

Таблица 2

JD	$\Delta\bar{m}_{v,a}$	$\Delta\bar{m}_{v,b}$	$\Delta\bar{m}_{a,b}$	n
2436510·225	−0·406	−0·544	−0·138	22
511·251	423	554	131	25
516·324	408	566	158	13
521·270	417	558	129	4
522·288	398	536	138	4
846·367	077	125	048	17
850·357	044	083	038	9
865·270	095	094	+0·001	20
2437233·483	291	—	—	6
248·266	314	—	—	10
249·310	306	—	—	6
250·289	319	—	—	6
263·504	331	—	—	15
591·492	167	483	−0·316	5
610·412	174	518	351	22
611·393	199	568	369	22
915·511	421	572	154	14
916·503	374	580	205	11
932·440	344	646	300	6
933·463	375	549	166	8
962·300	134	406	272	6

Таблица 2 графически изображена на рис. 2, где **a** представляет разности блеска между переменной и звездой сравнения BD+55°600, **б** — между переменной и звездой BD+56°547 и **с** — между звездами BD+55°600 и BD+56°547.

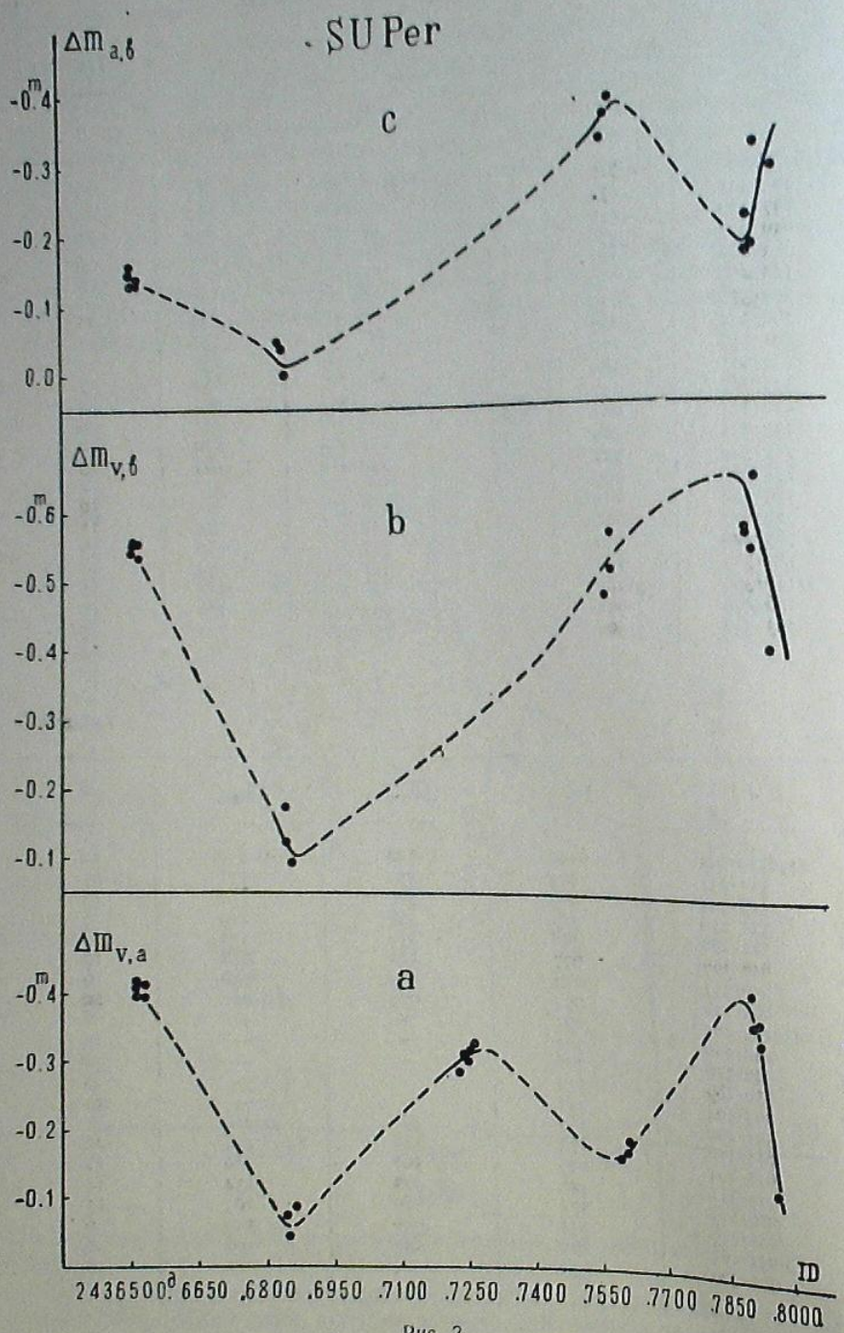


Рис. 2

Таблица 3

JD	$\overline{\Delta m}$	n	JD	$\overline{\Delta m}$	n
2436437·398	−0·084	7	2437248·214	−0·275	10
438·471	127	4	249·286	267	7
439·483	102	8	250·256	267	6
520·296	627	8	903·432	267	2
521·233	628	5	904·472	330	14
522·259	607	5	908·398	314	10
751·393	082	4	912·385	277	10
752·406	+0·017	5	913·425	319	15
762·412	−0·089	4	914·424	270	10
764·476	002	5	915·395	261	12
783·381	197	4	916·412	253	10
2437137·450	601	12	930·373	228	8
146·420	658	10	931·326	193	6
163·381	639	10	932·332	192	10
167·398	640	8	933·349	173	10
219·265	379	5			

Изменения разностей блеска между звездами сравнения выходят за пределы точности измерения, что дает основание заподозрить переменность одной из звезд сравнения, а именно звезды BD+56°547. За период наших наблюдений амплитуда изменения блеска звезды BD+56° 547 составляет не менее 0.3 звездной величины.

Амплитуда A = 0.35 колебания блеска *SU* Персея, полученная на основе наших наблюдений (рис. 2а), сильно отличается от даваемых в Каталоге переменных звезд [8] A= 1.2, что можно объяснить тем, что, по всей вероятности, наши наблюдения не охватывают минимум и максимум изменения блеска переменной.

UX Дракона. Непрерывными фотометрическими наблюдениями звезды *UX* Дракона, выполненными Пейн — Гапошкиной [13], почти перекрыт промежуток времени в Юлианских днях от 2414500 до 2429500. Наблюдения П. П. Паренаго [14] охватывают период от 2423980 до 24254207.

Наблюдения *UX* Дракона выполнены нами в период 1958—1962 гг. (2436437—2437933). Звездой сравнения служила BD+76°732. В таблице 3 приводятся средние за ночь наблюдений значения разности блеска между *UX* Дракона и звездой сравнения BD+76°732.

На рис. 3 представлено изменение блеска *UX* Дракона.

Если принять за основу период равный 168 дням, и амплитуду изменения блеска 0.9 звездной величины, данные в Каталоге переменных звезд [8], то, по-видимому, в данном случае нами не охвачен наблюдениями максимум и минимум изменения блеска. Амплитуда изменения

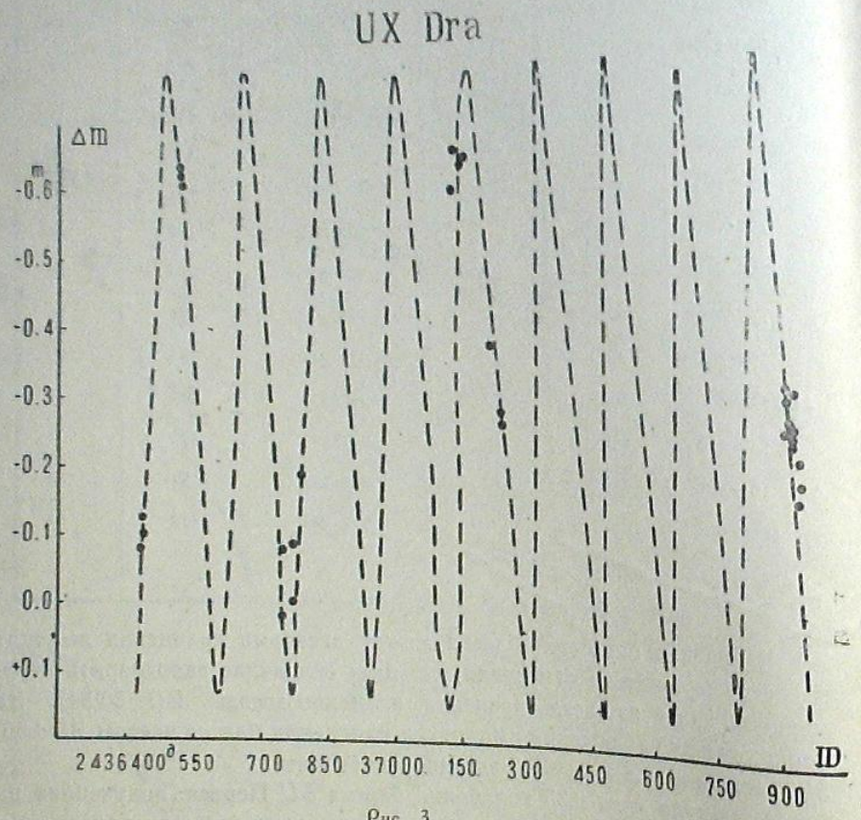


Рис. 3

блеска по нашим наблюдениям составляет 0.6. По-видимому, характер изменения блеска этой звезды должен быть такой, как представлено пунктирной линией на рис. 3, то-есть, почти правильный с периодом около 168 дней.

Таблица 4

JD	Δm	JD	Δm	JD	Δm
		RW Лебедя			
2435686·356	+2·617	2436401·454	+2 148	2436763·483	+2·896
367	657	458	186	485	872
369	732	461	188	487	873
372	731	465	191	764·421	784
376	675	468	178	424	798
694·371	564	471	215	426	902
421	595	434·395	084	429	887
424	663	398	106	433	932
475	787	2436434·401	200	765·407	807
478	733	404	270	414	866
481	561	407	190	438	826
488	763	412	195	447	822
490	733	415	186	783·297	758
697·389	614	422	211	300	771
396	724	426	180	301	712
399	769	429	251	304	763
404	798	433	158	306	729
408	649	437·458	177	308	782
417	655	469	140	37140·388	3·237
449	684	472	161	390	180
453	618	475	152	393	102
455	673	438·391	1 955	395	174
462	720	396	2 041	400	138
488	606	400	034	406	144
491	781	404	034	146·467	081
36039·310	427	406	149	472	2·998
318	432	410	136	482	949
324	336	415	126	485	939
043·406	383	417	012	163·328	3·450
128·252	046	421	013	331	552
256	061	501	106	333	460
261	008	504	102	337	556
268	030	506	100	340	660
271	1·956	439·424	229	165·308	782
275	978	426	166	312	679
278	2·058	428	158	315	828
399·351	132	431	150	319	838
356	161	434	142	166·393	658
360	098	437	261	400	668
362	096	440	133	415	735
365	153	442	133	167·362	825
388	075	445	234	367	814
390	169	447	280	369	814
394	141	749·343	916	372	966
397	146	344	898	375	935
399	166	347	928	378	972
400·319	130	350	802	219·229	710
324	152	353	922	233	783
326	148	356	878	235	758
328	124	358	974	240	628
332	227	752·326	888	249·256	944
335	127	329	866	259	884
337	256	332	873	262	908
343	127	339	917	265	900
346	168	342	883	267	878
356	198	344	953	271	886
401·442	157	347	922	498 466	2·125
446	174	763·476	949	472	140
448	122	478	838	499·451	056
450	221	481	981	456	040

JD	Δm	JD	Δm	JD	Δm
2437499·460	+2·132	2437527·367	+2·281	2437550·332	+2·115
464	137	370	356	335	102
468	072	530·418	159	337	187
472	096	422	171	339	234
476	151	546·364	304	342	205
482	032	376	360	551·328	174
486	070	548·309	055	331	339
493	124	311	128	334	257
498	124	313	227	337	314
517·331	152	317	196	338	288
344	108	319	166	343	281
348	127	322	252	345	200
353	119	324	064	348	171
519·367	140	426	194	350	112
372	110	328	154	353	232
382	144	331	276	552·399	194
520·332	118	549·326	142	401	234
349	124	328	097	403	180
361	089	331	207	405	126
365	172	332	298	553·309	122
372	170	334	240	310	256
374	096	335	091	312	170
377	168	337	122	315	102
521·344	120	339	292	320	297
349	069	340	203	322	221
353	014	342	206	324	196
525·313	234	344	012	558·349	189
318	266	550·320	110	353	289
323	182	323	128	356	261
326	241	327	224	359	126
527·359	346	328	206	362	241
362	337	330	168	364	236
				367	352

SU Персея

2436510·194	−0·401	2436511·212	−0·446	2436516·319	−0·402
197	369	215	435	322	399
200	369	233	476	325	410
203	367	236	460	328	404
206	348	239	454	331	411
208	413	242	451	333	414
211	429	250	434	336	420
214	457	253	462	339	418
217	446	256	440	342	387
220	407	258	435	521·264	432
223	369	262	431	268	406
226	390	265	449	271	427
231	392	267	412	274	411
234	434	270	399	277	410
237	422	274	418	522·282	398
239	431	276	403	285	390
241	426	279	371	288	407
244	436	283	385	290	396
247	433	285	395	293	399
250	398	288	421	846·344	094
252	400	292	417	346	042
256	393	295	430	349	110
511·193	403	299	400	354	035
196	405	516·308	427	356	055
202	397	311	407	359	054
206	397	314	406	362	088
208	418	317	395	365	087

JD	Δm	JD	Δm	JD	Δm
2436846·367	−0·024	2437250·293	−0·322	2437611·430	−0·206
370	038	296	324	432	199
372	099	263·483	348	434	152
375	126	485	338	436	192
378	065	490	337	439	214
381	087	493	322	442	204
384	104	496	348	444	161
387	093	499	299	446	202
390	104	501	329	448	185
850·347	010	504	320	915·488	435
350	076	507	314	492	472
353	005	510	323	496	411
356	069	512	311	499	396
359	048	515	354	501	487
362	048	518	324	503	461
365	060	522	348	506	376
367	034	524	354	509	376
370	044	591·486	160	512	359
865·244	077	488	200	517	407
246	111	490	122	519	431
249	137	492	159	522	428
252	097	494	151	525	430
255	094	500	209	528	416
258	122	610·357	163	530	436
260	164	361	147	533	415
263	176	366	196	535	424
266	119	368	187	916·465	367
269	088	371	182	491	391
272	112	374	157	494	361
274	087	375	157	496	374
277	063	378	167	499	389
281	048	380	136	502	358
283	047	385	193	505	400
285	030	387	182	508	369
288	113	395	195	511	375
291	075	397	179	514	386
294	037	399	172	517	364
297	099	402	192	519	368
37233·476	272	426	179	522	361
478	293	433	158	932·435	342
481	293	437	155	437	345
484	302	446	192	439	298
487	304	448	166	441	352
490	284	459	195	445	383
248·253	329	480	189	448	336
256	304	611·333	241	450	353
258	317	336	227	933·448	310
261	326	339	225	451	386
265	320	342	184	455	416
267	314	344	178	458	344
270	268	358	206	460	369
273	334	360	182	463	414
276	312	362	182	465	402
278	321	365	198	468	370
249·304	312	367	226	472	301
306	310	372	206	474	426
309	304	374	210	476	391
312	300	376	202	962·294	105
315	307	378	171	296	134
317	304	381	187	299	134
250·282	312	407	217	301	143
285	317	409	196	304	127
288	332	413	223	306	158
290	308	428	202		

2. აბასთ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 32

JD	Δm	JD	Δm	JD	Δm
		UX Дракона			
2436437·381	−0·073	2437137·439	−0·576	2437250·264	−0·270
384	073	449	576	903·426	210
388	068	451	590	438	325
396	083	455	578	904·453	308
401	099	460	581	456	306
407	100	467	638	458	320
414	096	475	646	461	340
438·465	146	478	638	464	289
472	134	146·403	652	467	302
474	119	406	706	469	368
477	110	411	726	474	324
439·473	101	416	710	476	342
476	101	420	614	480	270
479	082	423	672	483	314
482	114	426	612	486	404
485	114	429	650	489	407
488	103	433	614	491	324
490	104	436	628	908·388	343
493	094	163·367	614	390	302
520·283	643	369	624	392	306
288	623	372	652	394	311
292	618	377	642	397	316
295	629	380	634	399	316
299	623	383	647	401	303
301	626	385	643	403	296
304	640	388	656	405	309
307	617	391	640	407	326
521·228	634	394	638	912·375	273
231	630	167·388	636	378	270
233	624	390	634	380	252
235	630	393	648	383	278
238	620	396	663	385	252
522·254	610	399	616	388	310
256	598	402	666	390	278
258	608	405	636	393	290
262	609	408	625	395	297
265	609	219·260	386	398	269
751·389	069	262	371	913·406	545
392	068	265	380	409	496
394	098	268	374	412	284
400	092	271	388	415	356
752·404	004	248·201	264	418	351
406	000	204	235	421	194
407	+0·011	207	252	424	257
408	000	210	250	426	324
410	006	212	280	429	184
762·405	000	215	298	431	309
408	−0·121	218	298	433	325
410	114	221	292	436	308
413	124	224	304	238	283
764·471	+0·002	227	280	441	289
474	−0·004	249·278	246	443	285
476	+0·002	281	292	914·414	244
479	−0·001	283	292	416	296
482	006	286	277	418	258
783·377	198	289	274	420	277
380	186	292	227	422	262
383	220	294	258	424	273
388	186	250·249	272	427	280
37137·427	610	252	272	429	288
430	604	255	261	433	264
433	604	258	270	435	254
435	576	261	257		

JD	Δm	JD	Δm	JD	Δm
2437915·381	−0·238	2437916·419	−0·258	2437932·324	−0·195
383	346	421	274	326	242
385	362	424	285	331	287
388	189	930·365	236	334	274
392	254	367	205	338	324
394	258	369	216	341	080
396	262	372	245	344	084
399	259	374	244	347	080
401	230	376	232	933·338	104
404	244	378	228	340	174
406	247	381	216	343	177
408	246	931·320	203	346	178
916·399	238	323	136	349	176
402	304	325	186	351	186
405	272	328	196	353	196
409	218	330	208	355	188
412	198	333	168	357	172
414	235	932·317	200	360	178
417	251	321	152		

Декабрь, 1963.

ნახევრად წესიერი ცვალებადი ვარსკვლავები გედის *RW*, პერსევსის *SU* და გველეშაპის *UX*

ნ. მაღალაშვილი და ი. ჟვანიშვილი

(რეზიუმე)

ნახევრად წესიერი ცვალებადი ვარსკვლავების გედის *RW*-ს, პერსევსის *SU*-ს და გველეშაპის *UX*-ს ელექტროფოტომეტრიული დაკვირვებები შესრულებულია 1956—1962 წლებში აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სავარსკვლავო ელექტროფოტომეტრით.

დაკვირვებების შედეგები მოცემულია ცხრილებისა და ნახაზების სახით. გედის *RW*-ს მიღებული დაკვირვების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენი დაკვირვების ინტერვალში ვარსკვლავის სიკაშკაშე ცვალებადობდა 685-დღიანი პერიოდით, რომელიც ძლიერ განსხვავდება ცვალებადი ვარსკვლავების ზოგად კატალოგში მოცემული პერიოდისაგან (586 დღე).

პერსევსის *SU*-სა და შესადარ ვარსკვლავებს შორის სხვაობები გვაიძულებს ეჭვი მივიტანოთ ერთ-ერთი შესადარი ვარსკვლავის, სახელდობრ, BD+56°547-ის ცვალებადობაზე, რომლის სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა ჩვენი დაკვირვების პერიოდში შეადგენს დაახლოებით 0,3 ვარსკვლავიერ სიდიდეს.

გველეშაპის *UX*-ს ცვალებადობის ხასიათი ჩვენი დაკვირვების წლებში, როგორც ეტყობა, თითქმის წესიერი იყო—პერიოდით 168 დღე.

SEMI-REGULAR VARIABLE STARS RW CYG, SU PER AND UX DRA

N. L. MAGALASHVILI and J. J. KUMSISHVILI

(Summary)

The photometric observations of semi-regular variable stars RW Cyg, SU Per and UX Dra have been carried out in 1956—1962 by means of a stellar electrophotometer of the Abastumani Astrophysical Observatory.

The results of observations are given in the form of tables and curves. On the base of observations of RW Cyg we can conclude, that in the interval of our observations light of the star varied with the period of 685 days, which is quite different from that (586) given in the General Catalogue for variable stars.

The differences between the comparison stars of SU Per made us to suspect on variability of one of comparative stars, namely BD+56°54., light variation amplitude of which was 0.3 mg in the period of our observation.

The character of UX Dra variation in the years of our observations was evidently regular with the period of 168 days.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Joy A. H. A survey of the spectra and radial velocities of the less regular M-type variable stars. Aph. J. 1942, **96**, 3, 344—370.
2. Keenan P. C. Luminosities of the M-type variables of small range, Aph. J. 1942, **95**, 3, 461—467.
3. Bidelman W. P. The M-type supergiant members of the double cluster in Perseus. Aph. J. 1947, **105**, 3, 492—496.
4. Амбарцумян В. А Холодные сверхгиганты в О-ассоциациях. ДАН Арм. ССР 1953, **16**, 73.
5. Doberck W. Observations of variable stars. AJ, 1917, **31**, 723.
6. Doberck W. Observations of variable stars. AN, 1924, **222** 5321, 273—280.
7. Gaposchkin S. Variable stars in Milton field 20. HA, 1952, **118**, 8, 54—70.
8. Кукаркин Б. В., Паренаго П. П., Ефремов Ю. И., Холопов П. Н. Общий каталог переменных звезд, 1958, I.
9. Pickering E. C. New Variable stars in Harvard Map. Nos. 3 and 6. AN, 1907, **175**, 4181, 91—94.
10. Payne-Gaposchkin C. Variable stars in Milton field 3. HA, 1952, **118**, 25, 194—203.
11. Захаров Г. П. Визуальные наблюдения переменных звезд. Перемен. зв., 1954, 9, 6, 391—401.
12. Zessevitsch B. P. Die Periode und Elemente des veränderlichen Sterns SU Persei. AN, 1924, **221**, 5294, 230—232.
13. Payne-Gaposchkin C. Variable stars in Milton field 1. HA, 1952, **118**, 27, 218—224.
14. Паренаго П. П. Исследования изменений блеска 208 переменных звезд. Труды ГАИШ, 1938, **12**, 1.

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ТРЕХ ЗВЕЗД ТИПА *UV* КИТА

Л. Н. МОСИДЗЕ и А. Д. ЧУАДЗЕ

Хорошо известны интерес к изучению вспыхивающих звезд, а также и значение их одновременных, комплексных наблюдений (фотометрических, спектральных и др.).

В 1963 г. директор радиоастрономической обсерватории в Джодрелл Бэнк при Манчестерском университете профессор Б. Ловелл предложил ряду обсерваторий провести кооперированные оптические и радио-наблюдения нескольких звезд типа *UV* Кита, а именно: *UV* Кита, Росс 882, V371 Ориона. Авторы настоящей заметки взяли на себя участие в фотографических наблюдениях перечисленных звезд.

Наблюдения велись на анаберрационной камере Шмидта (360 — 444 мм фок. расст. 625 мм.). Снимки получались на ортохроматических фотопленках А—600 с желтым фильтром GG14. Эффективная длина волны равна 5525 ангстрем. Звездные величины исследуемых звезд вычислялись в интернациональной системе по снимкам с экспозициями — почти во всех случаях в три минуты.

UV Кита. В периоды кооперированных наблюдений, с 9 по 26 октября и с 7 по 23 декабря 1963 года, всего в течение 14 наблюдательных ночей, нами проводились наблюдения звезды *UV* Кита. Звездные величины для нее вычислялись по характеристическим кривым, строящимся по стандартным звездам, данным в [1]. Средняя квадратическая ошибка одного определения равна $\pm 0^m.06$. На одном негативе мы получали несколько изображений, большей частью по три, а реже — по два, четыре и пять.

Всего получено 207 изображений *UV* Кита. Для всех из них определены звездные величины. Результаты собраны в таблице I.

Росс 882. Звезда *YZ* Малого Пса наблюдалась нами в периоды с 9 по 26 октября 1963 года и с 7 по 20 февраля 1964 года, всего в течение 11 ночей.

Так как в поле исследуемой звезды не оказалось известных стандартов, нам пришлось специально подобрать звезды и определить, путем привязки к Северному полярному ряду, их звездные величины в качестве стандартных. Звезды сравнения выбраны приблизительно такого цвета, как Росс 882. Для этого мы предварительно определяли звездные величины звезд сравнения как в желтых, так и в синих лучах (фильтр BG 23, фотопленка А—600; эффективная длина волны — 4224 ангстрем).

Таблица 1

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}
1	9.X.1963	19^h40^m	11·91	61	14.X.1963	$20^h\ 56^m$	12·16
2		19 50	11·91	62		21 00	12·01
3		19 58	12·04	63		21 08	12·02
4		20 10	12·03	64		21 11	12·00
5		20 32	11·92	65		21 14	12·00
6		20 53	11·85	66		21 24	12·12
7	11.X.	20 58	12·03	67	17.X.	20 03	12·03
8		21 02	12·09	68		20 07	12·24
9		21 05	12·00	69		20 10	12·11
10		21 09	12·20	70		20 16	12·18
11		21 12	12·08	71		20 19	12·04
12		21 21	11·99	72		20 22	12·05
13		21 25	12·05	73		20 28	12·01
14		21 28	11·93	74		20 31	12·11
15		21 32	12·12	75		20 34	12·15
16		21 35	12·30	76		20 40	12·21
17		21 45	11·85	77		20 43	12·21
18		21 49	12·09	78		20 46	12·02
19		21 52	12·10	79		20 51	12·18
20		21 55	12·13	80		20 54	11·99
21		21 59	12·06	81		20 57	11·91
22		22 07	12·17	82		21 03	12·16
23		22 11	12·11	83		21 06	12·37
24		22 14	12·04	84		21 10	12·20
25		22 17	11·93	85		21 14	12·07
26		22 20	12·12	86		21 18	12·14
27		22 37	12·01	87		21 21	12·05
28		22 40	11·93	88		21 26	12·10
29		22 43	12·01	89		21 29	12·08
30		22 46	12·10	90		21 33	11·92
31		22 55	12·03	91		21 38	12·12
32		22 59	12·14	92		21 41	12·10
33		23 02	11·98	93		21 44	12·10
34		23 05	12·23	94		21 51	12·16
35		23 09	12·15	95		21 56	12·09
36		23 25	12·04	96		22 01	12·04
37		23 29	12·17	97		22 04	12·18
38		23 32	12·13	98		22 08	12·10
39		23 35	12·34	99		22 13	12·12
40		23 38	12·06	100		22 16	12·16
41		23 51	11·95	101	17.X	22 19	12·04
42		23 55	12·07	102		22 24	11·99
43		23 58	12·00	103		22 28	12·08
44	12.X.	00 01	11·95	104		22 31	12·19
45		00 04	11·97	105		22 36	11·96
46		00 27	11·97	106		22 39	12·21
47		00 31	12·00	107		22 42	12·05
48		00 34	11·85	108		22 47	12·08
49		00 37	12·05	109		22 50	12·08
50		00 40	12·04	110		22 54	12·04
51	13.X	21 04	12·04	111		22 59	12·00
52		21 08	11·97	112		23 02	12·06
53		21 14	12·07	113	18.X.	20 20	12·09
54		21 18	12·02	114		20 23	12·15
55		21 25	12·10	115		20 26	12·14
56		21 28	12·07	116		20 34	11·96
57	14.X	20 37	12·10	117		20 37	12·08
58		20 40	12·13	118		20 40	12·11
59		20 43	11·90	119		20 48	12·00
60		20 53	12·14	120		20 51	12·10

Продолжение таблицы 1

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}
121	18.X1963	20^h54^m	11·96	165	26.X.1963	21^h02^m	12·03
122		21 01	11·96	166		21 05	12·07
123		21 04	12·00	167		21 11	12·15
124		21 07	12·10	168		21 14	12·25
125		21 14	12·17	169		21 17	12·21
126		21 17	12·13	170		21 23	11·90
127		21 20	12·32				
128		21 30	12·05	171		21 26	12·15
129		21 33	12·04	172		21 29	12·11
130		21 36	11·85	173		21 34	12·14
				174		21 37	12·17
131		21 43	12·02	175		21 40	12·17
132		21 46	12·07	176	11.XII.	18 36	11·99
133		21 49	12·14	177		18 39	11·97
134		21 57	12·03	178		18 42	12·10
135		22 00	12·04	179		18 49	12·09
136		22 04	11·92	180		18 52	12·03
137	19.X.	20 27	12·00				
138		20 30	11·97	181		18 55	12·25
139		20 33	12·02	182		19 01	12·27
140		20 39	12·09	183		19 04	12·14
				184		19 07	12·25
141		20 42	12·08	185		19 15	12·23
142		20 45	12·12	186		19 18	12·10
143		21 13	12·36	187		19 21	11·95
144		21 16	12·19	188		16 27	12·25
145		21 19	11·89	189		19 30	12·11
146		21 25	12·07	190		19 33	12·04
147		21 28	12·06				
148		21 31	12·15	191	13.XII.	18 46	12·14
149	25.X	20 29	12·00	192		18 49	12·26
150		20 32	12·12	193		18 52	12·08
				194		20 51	11·95
151		20 36	12·28	195	21.XII.	18 46	12·17
152		20 44	12·07	196		18 49	12·18
153		20 47	12·11	197		18 55	12·04
154		20 50	12·08	198		18 58	12·18
155		20 57	12·09	199	22.XII.	19 48	12·07
156		21 01	12·12	200		19 51	12·07
157		21 04	12·18				
158		21 11	12·12	201		19 54	12·17
159		21 14	12·10	202		19 59	12·05
160		21 17	12·21	203		20 02	12·02
				204		20 05	12·08
161		21 30	12·16	205		20 11	12·04
162		21 33	12·18	206		20 14	12·04
163		21 36	12·01	207		20 17	12·10
164	26.X.	20 59	12·02				

На рис. 1 приводится карта поля вокруг переменной звезды с указанием звезд сравнения. Здесь, так же как и в других случаях (см. ниже) масштаб снимка: 1 мм — 37″. В таблице 2 даны полученные нами звездные величины и показатели цвета звезд сравнения.

В таблице 3 приведены фотовизуальные и фотографические звездные величины звезды Росс 882, определенные по негативам, полученным вне периода кооперированных наблюдений, с целью определения звездных величин звезд сравнения.

Средняя квадратическая ошибка определения звездных величин звезд сравнения не превосходит $\pm 0^m.06$.



Рис. 1

Таблица 2

№	m_{pv}	$m_{pg}-m_{pv}$
a	10·74	+0·59
b	10·79	?
c	11·39	+0·73
d	11·42	+0·67
e	12·21	+0·74
f	12·50	+0·70
g	12·50	+0·87

Таблица 3

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	m_{pg}
1	8.I.1964	22^h52^m		
2		23·02	11·26	—
3	11.I	00·10	11·18	—
4		00·21	11·35	—
5		00·32	11·30	—
6	14.I	00·07	11·29	—
7		00·19	—	—
8		00·30	—	12·13
9		00·42	—	12·13
10		00·53	—	12·15
			—	12·14
				12·14

Таблица 4

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}
1	18.X.1963	00^h18^m	11·17	58	9.II.1964	22^h45^m	11·21
2		00 24	11·21	59		22 54	11·23
3		00 33	11·36	60		23 04	11·27
4		00 42	11·34				
5		00 47	11·21	61		23 13	11·34
6		00 53	11·25	62		23 21	11 37
7		00 58	11·17	63		23 29	11·25
8		01 19	11·25	64		23 37	11·31
9		01 28	11·24	65		23 47	11·22
10	25.X.	23 26	11·22	66	10 II	00 06	11·22
				67		22 17	11·21
11		23 34	11·34	68		22 28	11·28
12		23 42	11·21	69		22 45	11·38
13		23 51	11·47	70	11.II	20 43	11·38
14		23 59	11·28				
15	26.X.	00 07	11·21	71		20 50	11·25
16		00 14	11·26	72		20 54	11·29
17		00 21	11·26	73		20 59	11·33
18		00 29	11·40	74		21 04	11·32
19		00 38	11·40	75		21 43	11·20
20		00 41	11·14	76		21 56	11·26
				77		22 03	11·26
21		00 50	11·17	78		22 11	11·26
22		00 53	11·18	79		22 17	11·29
23		01 02	11·43	80		22 24	11·29
24		01 05	11·30				
25		01 13	11·35	81		22 39	11·27
26		01 17	11·31	82		22 46	11·36
27		01 28	11·38	83		22 53	11·32
28		01 32	11·40	84		23 01	11·20
29		01 41	11·29	85		23 08	11·35
30		01 44	11·29	86		23 14	11·25
				87		23 21	11·30
31		01 54	11·36	88		23 28	11·32
32		01 57	11·30	89		23 36	11·17
33		02 06	11·26	90		23 51	11·23
34		02 09	11·27				
35	9.II.1964	19 17	11 28	91		23 58	11·32
36		19 23	11·31	92	12.II	00 05	11·23
37		19 29	11·30	93		19 38	11·36
38		19 36	11·34	94		19 44	11·25
39		19 46	11·33	95		19 51	11·32
40		19 53	11·32	96		19 58	11·38
				97		20 04	11·42
41		20 07	11·32	98		20 10	11·32
42		20 14	11·30	99		20 16	11·37
43		20 19	11·30	100		20 28	11·34
44		20 25	11·46				
45		20 30	11·34	101		20 40	11·32
46		20 36	11·31	102		20 45	11·16
47		20 44	11·42	103		20 51	11·12
48		20 49	11·34	104		21 06	11·33
49		20 55	11·20	105		22 15	11·38
50		21 05	11·29	106		22 23	11·27
				107		22 31	11·35
51		21 39	11·66	108		22 40	11·33
52		21 55	11·25	109		22 49	11·32
53		22 04	11·21	110		22 57	11·28
54		22 12	11·26				
55		22 20	11 28	111		23 09	11·32
56		22 29	11·26	112		23 16	11·30
57		22 37	11·32	113		23 36	11·35

Продолжение таблицы 4

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	№ п/п	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}
114	12.II.1964	23^h44^m	11·32	138	14.II.1964	20^h07^m	11·29
115		23 52	11·29	139		20 14	11·27
116	13.II.	00 00	11·32	140		20 27	11·27
117		20 55	11·27				
118		21 01	11·18	141		21 16	11·25
119		21 07	11·21	142	18.II.	21 49	11·29
120		21 16	11·27	143		22 06	11·36
				144		22 16	11·22
121		21 33	11·22	145		22 35	11·41
122		21 51	11·32	146		22 44	11·29
123		22 01	11·27	147		23 12	11·27
124		22 08	11·20	148		23 20	11·22
125		22 18	11·22	149		23 29	11·23
126		22 27	11·30	150		23 37	11·28
127		22 36	11·21				
128		22 43	11·26	151		22 37	11·29
129		22 51	11·17	152	19.II.	22 44	11·39
130		22 58	11·26	153		22 50	11·30
				154		22 57	11·31
131		23 07	11·26	155		23 03	11·37
132		23 16	11·24	156		23 10	11·29
133		23 26	11·29	157		23 19	11·26
134		23 35	11·26	158		23 26	11·20
135		23 43	11·28	159		23 33	11·20
136		23 53	11·24	160		23 41	11·24
137	14.II.	00 02	11·28				

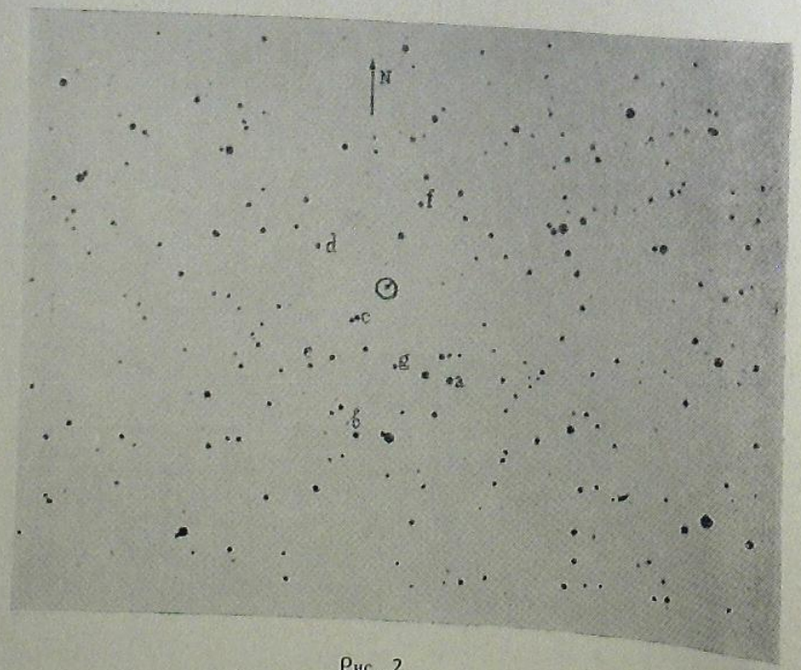


Рис. 2

На одном негативе мы получали по одному изображению, а реже — по два. В периоды кооперированных наблюдений всего получено 160 изображений исследуемой звезды.

Результаты наблюдений Росс 882 собраны в таблице 4. Средняя квадратическая ошибка одного определения равна $\pm 0.^m05$.

V 371 Ориона. Звезду мы наблюдали в период с 7 по 23 декабря 1963 года, в течение 5-ти ночей. В поле исследуемой звезды не оказалось известных стандартов. Пришлось и в данном случае провести подбор звезд и определение их звездных величин в качестве стандартных, с привязкой к Северному полярному ряду.

На рис. 2 приводится карта поля вокруг V 371 Ориона с указанием звезд сравнения, а в таблице 5 — полученные нами звездные величины и показатели цвета звезд сравнения.

Таблица 5

№	m_{pv}	$m_{pg}-m_{pv}$
a	10·26	−0·13
b	10·74	+0·62
c	11·45	+0·45
d	11·58	+0·25
e	11·95	−0·76
f	11·97	+0·28
g	12·71	+0·09

В таблице 6 представлены фотовизуальные и фотографические звездные величины V 371 Ориона, определенные по негативам, полученным вне периода кооперированных наблюдений, с целью определения звездных величин звезд сравнения.

Таблица 6

№ п/п.	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	m_{pg}
1	3.I.1964	$17^h.56^m$	11·55	—
2		18·03	11·55	—
3	6.I.	18·17	11·46	—
4	4.II.	20·46	11·57	—
5		20·57	11·59	—
6		19·23	—	12·10
7		19·33	—	12·09
8		19·43	—	12·15
9		19·53	—	12·10
10		20·03	—	12·11

Средняя квадратическая ошибка определения звездных величин звезд сравнения не превосходит $\pm 0^m.06$.

Результаты наблюдений собраны в таблице 7. Средняя квадратическая ошибка одного определения равна $\pm 0^m.05$.

На одном негативе мы получали по одному и по несколько изображений. Всего получено 53 изображения.

Таблица 7

№ п/п	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}	№ п/п	Дата наблюдения	Всемирное время	m_{pv}
1	11.XII.1963	22^h07^m	11·54	28	13.XII.1963	01^d07^m	11·61
2		22 17	11·44	29		01 17	11·73
3		22 30	11·45	30		01 20	11·57
4		22 34	11·43	31		23 16	11·57
5		22 46	11·48	32		23 24	11·50
6		22 50	11·47	33		23 32	11·50
7		22 53	11·55	34		23 41	11·53
8		23 04	11 50	35		23 49	11·62
9		23 08	11·53	36		23 58	11·78
10		23 11	11·42	37	18.XII.	23 55	11·44
11		23 26	11·61	38	22.XII.	01 13	11·52
12		23 29	11·50	39		23 24	11·56
13		23 32	11·56	40		23 32	11·46
14		23 36	11·55	41		23 41	11·41
15		23 39	11·43	42		23 49	11·50
16		23 51	11·59	43		23 57	11·54
17		23 54	11·59	44	23.XII.	00 07	11·58
18		23 58	11·66	45		00 15	11·45
19		00 15	11·76	46		00 23	11·32
20	13.XII.	00 18	11·67	47		00 31	11·47
21		00 30	11·49	48		00 38	11·52
22		00 34	11·65	49		00 46	11·44
23		00 45	11·60	50		00 55	11·56
24		00 49	11·73	51		01 03	11·60
25		00 52	11·57	52		01 11	11·52
26		01 00	11·64	53		01 18	11·53
27		01 03	11·48				

Рассмотрение наблюденных данных хоть и не обнаруживает заметных вспышек, но указывает на колебания блеска, выходящие за пределы случайных ошибок. В сочетаний с наблюдениями на других обсерваториях эти данные позволят судить о том, насколько связаны они со вспышками или каков характер флуктуаций блеска наблюденных звезд.

Апрель, 1964.

ᲕᲔᲨᲐᲕᲘᲡ *UV* ᲢᲘᲞᲘᲡ ᲡᲐᲛᲘ ᲕᲐᲠᲡᲙᲕᲚᲐᲕᲘᲡ ᲤᲝᲢᲝᲒᲠᲐᲤᲘᲣᲚᲘ ᲓᲐᲙᲕᲘᲠᲕᲔᲑᲔᲑᲘ

ლ. მოსიძე და ა. ჭუაძე

(რეზიუმე)

1963 წლის ბოლოს და 1964 წლის დასაწყისში ინგლისელი ასტრონომის ბ. ლოველის წინადადებით ჩატარდა ვეშაპის *UV*-ს ტიპის რამდენიმე ვარსკვლავის კოოპერირებული ფოტომეტრიული დაკვირვება.

დაკვირვებითი მონაცემებიდან ჩანს, რომ თუმცა ვარსკვლავები არ გვიჩვენებენ ანთებებს, მაგრამ სიკაშკაშის რყევა, რომელიც სცილდება შემთხვევითი ცდომილების ფარგლებს, მაინც შეიმჩნევა. სხვა ობსერვატორიების დაკვირვებით მონაცემებთან ერთად ეს მონაცემები საშუალებას მოგვცემს დადგინდეს თუ რამდენადაა სიკაშკაშის რყევები დაკავშირებული ვარსკვლავების ანთებებთან ან როგორია ამ რყევის ხასიათი.

PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF THREE *UV* CETI TYPE STARS

L. N. MOSIDZE and A. D. CHUADZE

(Summary)

In 1963 Prof. B. Lovell suggested to a number of observatories to carry out cooperativ optical and radio observations of some UV Ceti type stars: UV Ceti, Ross 882, V371Ori. The authors of the present note took it upon themselves to participate in photographic observations of stars enumerated.

The obtained data though do not show noteceable flares, nevertheless point out to variations of light being beyond the limits of accidental errors.

In combination with the observations at other observatories these data will permit to judge for how much they are connected with flares or what is the character of light fluctuations.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Luyten W. J. A new star of large proper motion (L726—8). Aph. J. 1949, 109. 532—537.

СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ *DX* ДЕЛЬФИНА

И. Ф. АЛАНИЯ

Введение. Как известно, для большинства звезд типа *RR* Лиры спектральные классы, оцененные по водородным линиям поглощения и по металлическим линиям, не согласуются между собой; водородные линии приводят к более позднему типу, чем металлические линии. Поэтому, естественно, возникает вопрос, какой спектральный класс отвечает действительным физическим процессам, происходящим в атмосферах этих звезд. Престон в своей обширной работе [1] по спектрам звезд типа *RR* Лиры ввел понятие степени металличности $\Delta S = Sp(H) - Sp(Ca\ II)$. На основе этой характеристики он подразделил короткопериодические цефеиды на две группы: звезды со слабыми и сильными линиями. Однако, по мнению В. Ивановской [2] интерпретировать различие кальциевых и водородных спектров как результат меньшего обилия металлов в звездах типа *RR* Лиры нельзя, поскольку в спектрах этих звезд, полученных с большой дисперсией, слабые линии металлов никакого ослабления не обнаруживают. Она считает, что расхождение спектральных классов обусловлено наличием эмиссии в водородных и кальциевых линиях, что является характерным преймущественно для населения типа II.

С другой стороны, в недавней работе Ок и других [3] снова встречается указание на то, что звезды типа *RR* Лиры характеризуются меньшим содержанием металлов и нужно отдать предпочтение спектральным классам, определенным по интенсивностям водородных линий.

Таким образом, в настоящее время еще нельзя считать установленным, какой спектральный класс следует принять за основной. Решению этого вопроса может способствовать сопоставление цветовых температур нормальных переменных ($\Delta S \leq 2$) с переменными, которые обнаруживают наибольшую аномалию ($\Delta S > 6$). В этом смысле заслуживает внимания короткопериодическая цефеида *DX* Дельфина, для которой водородные и металлические линии приводят практически к одинаковым результатам.

Целью настоящего исследования является определение спектрофотометрических градиентов *DX* Дельфина в различных фазах блеска.

Наблюдательный материал. Наблюдения проводились на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с предобъективной призмой. Дисперсия 166 Å/мм, около H_γ. Основной материал был получен с 16 по 22 августа 1963 года, при исключи-

тельно хорошей погоде и весьма стабильной прозрачности на горе Кано-
били. Приступая к накоплению наблюдательного материала, мы предпола-
гали произвести определения спектрофотометрических градиентов *DX*
Дельфина относительно какой-нибудь звезды класса *B* из каталога *HD*.
В качестве такой звезды была выбрана *HD* 198459, имеющая фотографи-
ческую величину 8.4 и угловое расстояние которой от исследуемой звез-
ды не превышает одного градуса. Ввиду этого, как правило, вслед за пе-
ременной с короткими экспозициями фотографировалась та же область.
Для осуществления абсолютной привязки, 21 августа и 13 декабря на-
ряду со спектрами *HD* 198459, были получены и спектры α Дельфина
через диафрагму. *B* таблице 1 приводятся данные о наблюдениях. Стан-
дартизация негативов для построения характеристических кривых произ-
водилась со ступенчатым ослабителем на спектрографе ИСП-51.

Таблица 1

№ негативов	Дата	Объект	Экспозиция в минутах	Зенитные расстояния	Сорт фотографической эмульсии
3508	19—20.7.1963	*DX Del*	20	37°.1	Агфа Изопан ИСС
3510	„	„	25	30.1	„
3511	„	„	30	29.7	„
3512	„	„	31	33.3	„
3533	16—17.8	„	35	29.6	Агфа Астро
3534	„	*HD* 198459	5	30.8	„
3549	17—18.8	*DX Del*	35	35.3	„
3550	„	*HD* 198459	4	35.8	„
3553	„	*DX Del*	35	54.1	„
3554	„	*HD* 198459	4	58.7	„
3559	18—19.8	*DX Del*	35.5	33.9	„
3562	„	„	30	33.7	„
3563	„	*HD* 198459	2;3	30.9	„
3564	„	*DX Del*	16	33.2	„
3565	„	*HD* 198459	2;3	38.6	„
3574	19—20.8	*DX Del*	30	35.8	„
3575	„	*HD* 198459	2;3	32.9	„
3577	„	*DX Del*	25.5	30.1	„
3578	„	*HD* 198459	1; 2; 3	31.7	„
3579	„	*DX Del*	15	36.2	„
3580	„	„	15	37.2	„
3592	20—21.8	„	15	29.6	„
3593	„	„	10	29.5	„
3594	„	„	13.5	30.2	„
3595	„	„	25	42.7	„
3606	21—22.8	*HD* 198459	1; 3	29.8	„
3607	„	α *Del*	0.5—3	28.4	„
3608	„	„	0.5—3	30.5	„
3609	„	*HD* 198459	1; 2; 3	34.4	„
3610	„	*DX Del*	25	38.2	„
3777	13—14.12	α *Del*	1.2—3.5	47.3	„
3778	„	*HD* 198459	10	51.9	Агфа Изопан ИСС

Спектральная классификация. Пределы изменения спектр-
рального типа *DX* Дельфина встречаются в работе Бонсака, где приведе-
ны определения лучевых скоростей и изменения радиусов цефеид: *SW*
Андромеды, *DX* Дельфина, *DY* Геркулеса и *DH* Пегаса [4]. Как отмечает

автор, спектрограммы, полученные для лучевых скоростей, были очень
узкие, и они не подходят для точной классификации. Тем не менее, на
них хорошо заметны изменения интенсивностей различных линий. По
Бонсаку спектральные изменения переменных *SW* Андромеды и *DX* Дель-
фина одинаковы и заключены в пределах *A*7 III—*F*8 III. В [5] мы приво-
дили спектры *DX* Дельфина в пяти фазах на нисходящей ветви кривой
блеска. Такое же количество оценок опубликовал Престон в 1959 году
[1]. Согласно его определениям спектральный класс переменной по водо-
родным линиям меняется в интервале *A*9 — *F*6, а по линии *K* ионизо-
ванного кальция — в *A*9 — *F*4. Эти результаты по обоим критериям мож-
но считать совпадающими в пределах ошибки определения.

Как видно из таблицы 1, на этот раз мы располагали достаточно
большим количеством наблюдательного материала. Все негативы оказались
качественными для целей спектральной классификации. Тщательный
просмотр спектров и регистрограмм *DX* Дельфина, убедил нас в том, что
никаких аномалий в поведениях водородных линий не наблюдается. Ли-
ния *K* тоже имеет всюду нормальную интенсивность, как это должно быть
для обычной звезды класса *F*.

Это дало нам повод произвести спектральную классификацию *DX*
Дельфина в системе *MK* по критериям, применяемым для нормальных
звезд. Мы, как и Бонсак, пришли к выводу, что *DX* Дельфина принад-
лежит к третьему классу светимости. Особенно хорошо это выявляется
вблизи минимума блеска. Результаты нашей классификации даются в
таблице 2.

Фазы вычислялись по формуле:

$$\Phi = 2 \cdot 115872\ (E - 2425807 \cdot 494)$$

Таблица 2

№№ негативов	Средние моменты наблюдения в юлианских днях	Фаза	Спектральные классы
3508	2438230.354	0.370	*F* 8
3510	230.406	0.480	*F* 8
3511	230.438	0.548	*F* 8
3512	230.475	0.626	*F* 8
3533	258.456	0.619	*F* 8
3549	259.408	0.845	*F* 6
3553	259.492	0.023	*F* 2
3559	260.288	0.707	*F* 8
3562	260.354	0.847	*F* 8
3564	260.393	0.929	*F* 8
3574	261.275	0.795	*F* 8
3577	261.362	0.980	*F* 1
3579	261.394	0.047	*A* 8
3580	261.413	0.087	*A* 8
3592	262.329	0.026	*A* 8
3593	262.337	0.043	*A* 8
3594	262.350	0.091	*A* 8
3595	262.436	0.252	*F* 2
3610	263.414	0.321	*F* 5

В таблице приведены гелиоцентрические моменты. Насколько хорошо распределены определения спектральных классов переменной по фазе, можно судить по рисунку 1.

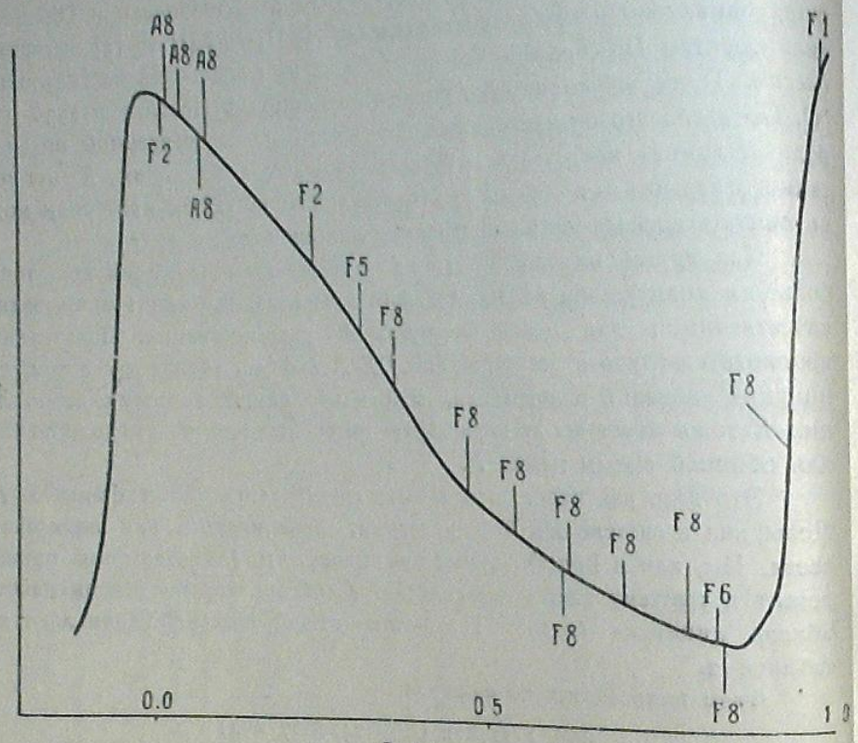


Рис. 1

Фотометрия непрерывного спектра. Из таблицы 1 видно, что 19—20 июля и 20—21 августа наблюдения не сопровождались снимками звезды сравнения. Чтобы можно было использовать и этот материал, было решено, сначала произвести определения градиентов *DX* Дельфина относительно какой-нибудь окрестной звезды спектрального класса *F*, а после, эти наблюдения связать со звездой *HD* 198459. В качестве первой была выбрана *BD* + 11° 4398 ($9^m.3$), которая по нашей оценке имеет спектр F_5, и угловое расстояние которой от переменной меньше одного градуса.

Методику определения спектрофотометрических градиентов мы описали раньше [6, 7] и повторно ее излагать здесь не будем. Отметим только, что на этот раз с помощью функционального преобразователя, присоединенного к микрофотометру МФ-4, записи спектров производились в интенсивностях с 50-кратным увеличением. Область спектра, подвергавшаяся обработке, заключена в пределах 3800 — 4700 $\mathring{A}$. Точки, изображающие зависимость ($\Delta \lg I, \lambda^{-1}$) в подавляющем большинстве случаев довольно хорошо ложатся на прямую. Средняя квадратичная ошибка одного определения градиента составляет величину ± 0.05. Для

примера на рис. 2 приводится относительное распределение интенсивностей в фазах 0.707 и 0.980.

Результаты вычислений представлены в третьем столбце таблицы 3 (близкие по фазе значения спектров и градиентов усреднялись). Далее был определен градиент *BD* + 11° 4398 по отношению к *HD* 198459, который оказался равным величине + 1.58. Так как фотографирование исследуемой звезды и *HD* 198459 производилось последовательно, следова-

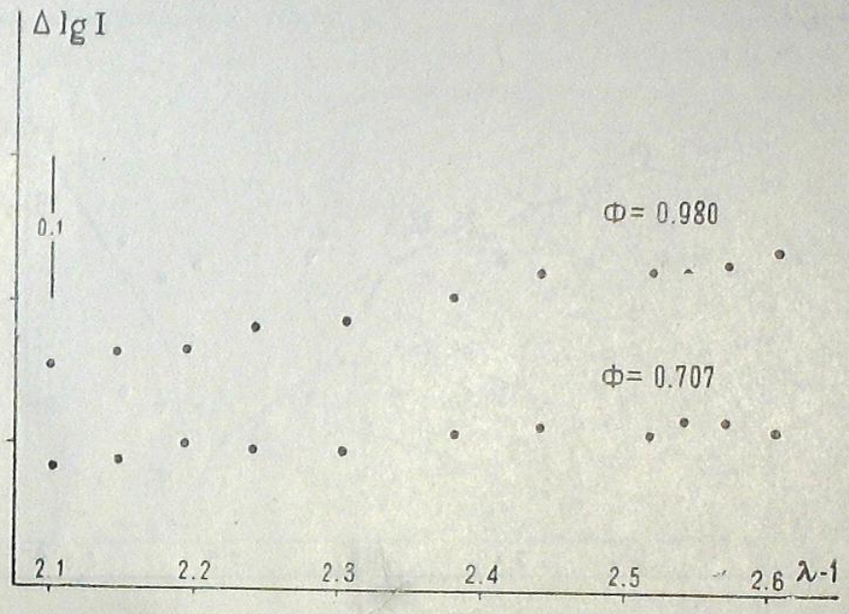


Рис. 2

ло бы вводить коррекцию в вычисления градиентов за атмосферное ослабление света. Но при разностях зенитных расстояний, встречаемых в таблице 1, разности воздушных масс получаются такого порядка, что учет экстинкции не может оказать ощутимого действия на наклон прямых в пределах точности определения градиентов.

Таблица 3

Фаза	Спектр	ΔG	G
0.010	*F* 1	−0.18	2.18
0.045	*A* 8	−0.62	1.74
0.089	*A* 8	−0.46	1.90
0.252	F 2	−0.21	2.12
0.321	*F* 5	0.00	2.36
0.370	*F* 8	+0.10	2.46
0.480	*F* 8	+0.13	2.49
0.548	*F* 8	+0.23	2.59
0.626	*F* 8	+0.27	2.63
0.707	*F* 8	+0.33	2.69
0.795	*F* 8	+0.30	2.66
0.847	*F* 8	+0.35	2.71

Наконец, на рисунке 4 представлены результаты сравнения интенсив-
ностей по спектру для звезд *HD* 198459 и α Дельфина.

Можно заключить, что относительный градиент *HD* 198459 равен
нулю, то есть звезда является в такой же мере покрасневшей, как
и α Дельфина. Одинаковые спектральные классы этих звезд и клочко-
ватая структура межзвездного поглощающего вещества не противоречат
такому выводу. Однако, в данном случае наши суждения основываются

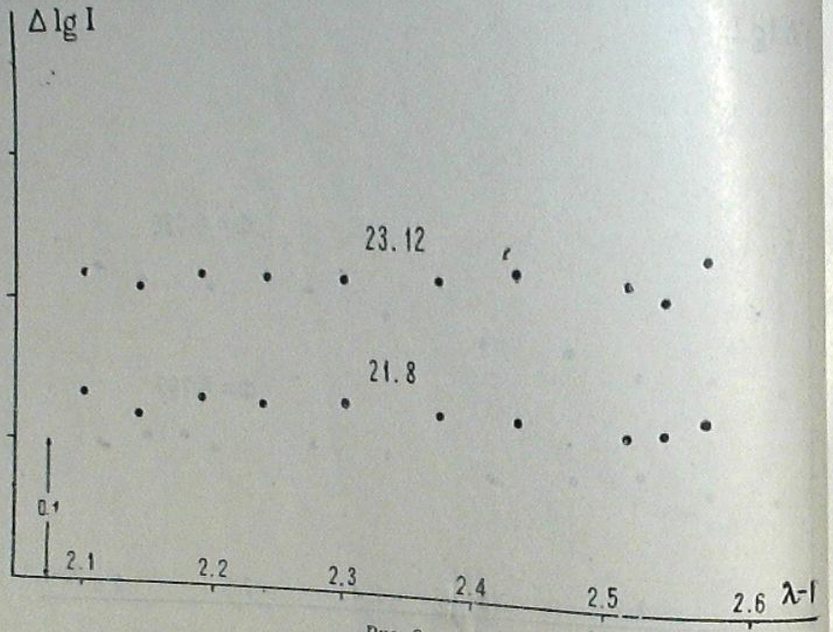


Рис. 3

лишь на двух определениях, и возникают некоторые сомнения относи-
тельно реальности полученной зависимости. Видимый блеск звезды *HD*
198459 значительно слабее, чем α Дельфина, и вполне возможно, что в
результате более точного определения относительный градиент *HD* 198459
окажется положительной величиной, порядка 0.10. Для разрешения воз-
никших сомнений важную роль могла бы сыграть трехцветная фотомет-
рия звезды *HD* 198459. Но насколько нам известно, такие определения
еще не делались. При таких обстоятельствах нам остается все же припи-
сать звезде *HD* 198459 градиент α Дельфина, который согласно [8] ра-
[illegible] звезду *BD*+11° 4338 по-
лучили величину $G=+0.34$. [illegible] можно относительные
значения градиентов *DX* Дельфина во всех фазах привести к абсолют-
ным, что и сделано в четвертом столбце таблицы 3. На рис. 4 эти данные
нанесены против фаз изменения блеска.

Числа последнего столбца таблицы 3 еще не изображают действи-
тельного распределения энергии в непрерывном спектре переменной *DX*
Дельфина, так как они отягчены влиянием межзвездного покраснения
света. Судя по имеющимся атласам звездного неба направление на *DX*

Дельфина ($l=26°$, $b=-20°$) никакими структурными особенностями не
выделяется. Видимое распределение звезд равномерное и отсутствуют сле-
ды темных или светлых туманностей. В данном направлении поглощение
в зависимости от расстояния не исследовалось. Не встречаются поблизо-
сти переменной и звезды раннего класса, для которых имелись бы коло-
риметрические наблюдения в системе (*U*, *B*, *V*). Все это очень затрудняет
задачу определения градиента покраснения, обязанного своим происхож-
дением межзвездному веществу.

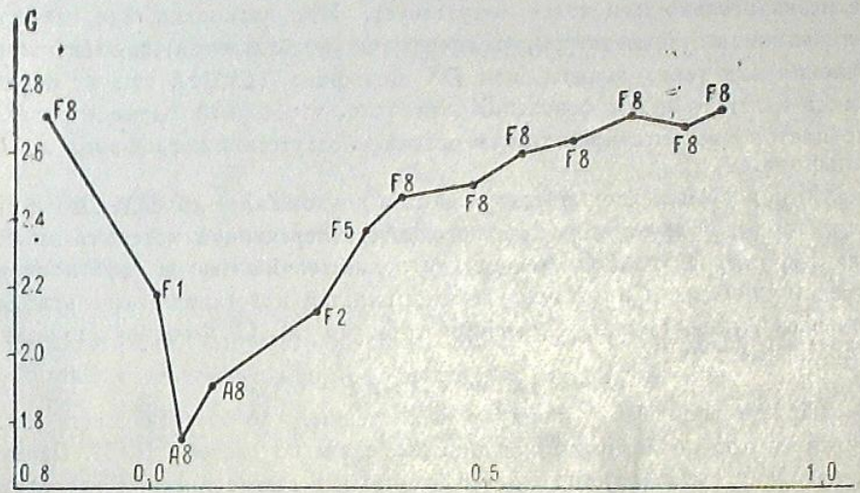


Рис. 4

Правда, в работе [9] для избытка цвета *DX* Дельфина мы даем ве
личину +0.34. Но при современном уровне наших знаний о звездах
типа *RR* Лиры эту величину следует считать преувеличенной. Дело в
том, что когда выполнялась цитированная работа, информация относи-
тельно спектров короткопериодических цефеид была очень ограниченной.
По имевшимся тогда данным мы предполагали, что спектральные классы
подавляющего большинства звезд типа *RR* Лиры заключены в пределах
A0—A3 и для всех наблюденных нами звезд мы пользовались одним и
тем же нормальным цветом. В качестве последнего был взят средний по-
казатель цвета цефеид, расположенных на высоких галактических широ-
тах. Такой прием в настоящее время нельзя считать оправданным. По
мере накопления спектральных и других характеристик стало вполне
ясно, что короткопериодические цефеиды состоят из многих подклассов
и групп. До 1957 года спектральные изменения *DX* Дельфина вовсе не
были известны. Теперь мы уже знаем, что в максимуме интенсивности
она имеет спектр A8. Следовательно, ее нормальный цвет будет отличать-
ся от истинного цвета цефеид, которые в указанной фазе имеют спектры
A0—A3.

Согласно нашим определениям [9] показатель цвета *DX* Дельфина
для момента максимума оказался равным +0.06 в интернациональной

системе. Этому соответствует +0.22 в системе (B, V), то-есть в этой фазе цвет переменной не отличается от истинного цвета звезд A 8 III. Такой же результат был получен Престоном [10] и для момента минимума; величина наблюденного цвета (+0.54) совпадает с истинным цветом звезд F 8 III. Если физические параметры атмосфер короткопериодических цефеид в максимуме или в минимуме интенсивности были бы очень близки к физическим параметрам атмосфер обыкновенных звезд класса A или F, то можно было бы заключить, что межзвездное покраснение света в интересующем нас направлении на расстоянии DX Дельфина вовсе незначительно или вовсе отсутствует. Но, насколько нам известно, ионизационные температуры, температуры возбуждения и электронные давления для таких цефеид, как DX Дельфина ($\Delta S \leq 2$), еще не определялись надежно и нет основания для того, чтобы наблюденное совпадение цветов интерпретировать как результат отсутствия поглощения до DX Дельфина.

Можно было попытатся оценить поглощение до DX Дельфина, если бы при получении нормального цвета переменной исходить из корреляции, которая наблюдается между показателями цветов короткопериодических цефеид в минимуме интенсивностей и логарифмами периодов. Для звезд, подобных DX Дельфина согласно М. С. Фролову [11] зависимость имеет вид:

$$(B-V)\,\min = 0.32 \lg P + 0.53.$$

При выводе этой формулы наблюденные показатели цвета были исправлены за космическое поглощение света по способу П. П. Паренаго, дающему удовлетворительные результаты в статистических исследованиях, когда к обработке привлекается большое количество объектов. Это условие в данном случае, конечно, не соблюдается и полученная зависимость большого доверия не заслуживает.

Таким образом, в настоящее время еще нет данных для надежной количественной оценки поглощения до переменной DX Дельфина. Исследование этого эффекта по цветовым избыткам звезд является следующим этапом нашей работы.

Из таблицы 3 видно, что изменение градиента от минимума к максимуму составляет величину +0.97, то есть оно немного больше того значения, которое наблюдается для звезд главной последовательности. Если принять градиент покраснения равным 0.4, тогда цветовые температуры DX Дельфина окажутся близкими к цветовым температурам звезд главной последовательности спектрального класса A8—F8.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность Р. А. Барката и С. П. Априамашвили за участие в обсуждении вопросов, связанных со спектральной классификацией DX Дельфина.

Март, 1964.

ცვალებადის დელფინის DX-ის სპექტრული გამოკვლევა

ი. ფ. ალანია

(რეზიუმე)

ბებასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 70 სმ მენისკურ ტელესკოპზე მიღებული სპექტრების საფუძველზე შესწავლილია ცვალებადი ვარსკვლავი დელფინის DX. შეფასებულია სპექტრული კლასი სიკაშკაშის 19 ფაზაში. სპექტრი იცვლება შუალედში A8—F8. უბანში 3800—4700 Å განსაზღვრულია სპექტროფოტომეტრიული გრადიენტები. შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში. მოცემული მიმართულებით ვარსკვლავთშორისო შთანთქმის საიმედოდ მხედველობაში მიღება ვერ მოხერხდა. დელფინის DX-ის მინიმუმის მომენტიდან მაქსიმუმამდე გრადიენტის ცვლილება ცოტათი მეტია იმ ცვლილებაზე, რომელიც შეინიშნება მთავარი მიმდევრობის A8—F8 ვარსკვლავებისათვის.

THE SPECTRAL INVESTIGATION OF DX DEL

I. F. ALANIA

(Summary)

The variable DX Del is studied on the base of spectra obtained by means of the 70 cm meniscus telescope. The spectral class in 19 phases of brightness is estimated. The spectrum changes in the interval of A8—F8. The spectrophotometric gradients in the region 3800—4700 Å are determined. The results are given in table 3. In the direction given, one can't take into consideration the interstellar absorption safely.

The change of gradient from minimum to maximum of the DX Del is a little more than that one which is noticed for A8—F8 stars of the main sequence.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Preston G. W. A spectroscopic study of the *RR* Lyrae stars. Aph. J. 1959, **130**, 507—538.
2. Ивановска В. Спектроскопические исследования короткопериодических пульсирующих звезд. Вопросы космогонии. 1960, **7**, 299—314.
3. Oke I. B. a oth. An analysis of the absolute energy distribution in the spectrum of *SU* Draconis. Aph. J. 1962, **136**, 393—407.
4. Bonsack W. K. Radial-variations in four shortperiod variable stars. Aph. J 1957, **126**, 291—301.
5. Алания И. Ф. Спектральные классы 10 звезд типа *RR* Лиры. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, **25**, 127—138.
6. Алания И. Ф. Спектрофотометрическое исследование короткопериодической цефеиды *RZ* Цефея. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, **28**, 87—103.
7. Алания И. Ф. Спектрофотометрия непрерывного спектра переменной AC Геркулеса. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, **28**, 105—112.
8. Barbier D. et Chalonge D. Etude du rayonnement continu de quelques étoiles entre 3100 et 4600 Å. IV Ann. d'Aph. 1941, **4**, 30—96.
9. Алания И. Ф. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефеид. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1958, **23**, 3—67.
10. Preston G. W. and Spinrad H. On the intrinsic colors of the *RR* Lyrae stars. PASP. 1959, **71**, 497—502.
11. Фролов М. С. Зависимость „период—светимость" и некоторые физические характеристики короткопериодических цефеид. Автореферат. Москва 1963.

НОВАЯ ГЕРКУЛЕСА 1963

И. Ф. АЛАНИЯ и М. В. ПОПОВ

Наблюдения. Наблюдать открытую Дальгреном 6 февраля 1963 года яркую Новую в созвездии Геркулеса нам представилась возможность только 25 марта. Был использован 70-см менисковый телескоп с предобъективной призмой (дисперсия 166 ангстрем на мм около линии H_γ).

Рассмотрение негативов убедило нас в том, что звезда находилась в ранней стадии «4640». Впоследствии, в течение 15 ночей было получено 29 негативов. В последний раз звезда была сфотографирована 11 сентября. Поскольку до августа Новая была очень яркой для нашего телескопа, мы фотографировали ее по два-три раза на каждую пластинку, в результате чего накопилось свыше 60 спектрограмм. Спектры были расширены на 0,3 мм. Соответствующее расстояние в окуляре гида звезда проходит за 1.25 минуты. Даже при таких коротких экспозициях водородные линии излучения получались передержанными, ввиду чего, пока Новая не ослабла значительно, почти на каждом негативе были получены ее спектры через диафрагму; при этом величина последней подбиралась таким образом, чтобы и спектр звезды *HD* 167965, которая использовалась в качестве звезды сравнения, имел нормальную плотность. Экспозиции в данном случае были сравнительно продолжительными. Описание наблюдательного материала дается в таблице 1.

Таблица 1

1	2	3	4	5
3315	25—26·3	2438114·525	2·5	29.⁰6
3323	27—28·3	116·523	1·25	26·3
		·526	2·5	25·4
3324	„	·536	1·25	23·8
		·538	2·5	22·4
3325	„	·552	2·5	18·9
		·558	7·5	17·3*
3327	31·3—1·4	120·516	1·25	26·7
		·518	2·5	26·1
		·527	7·5	23·5*
3328	„	·501	7·5	19·7*
		·507	2·5	17·8*
3329	„	·558	3·75	04·0
		·563	1·25	02·8
3364	18—19·4	138·435	2·5	35·2
		·437	1·25	34·5
		·444	7·5	33 6*
3365	„	·455	5·0	30·5*
		·460	2·5	28·7
		·462	1·25	28·2
3373	20—21·4	140·509	1·25	14·5
		·511	2·5	13·9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
3373	20—21·4	2438140.518	5·0	12°.3
3374	"	·526	3·75	10·0*
		·531	2·5	08·7
3381	21—22·4	141·504	5·0	15·1*
		·510	3·75	13·6
		·512	1·25	12·8
3382	"	·518	1·25	11·4
		·521	2·5	10·6
		·525	3·75	09·1*
3388	25—26·4	145·495	1·25	14·6
		·497	2·5	14·0
		·503	3·75	12·5*
		·513	3·75	09·7*
3389	"	145·518	3·75	08·4
		·526	5·0	06·3
3395	17—18·5	167·415	3·75	19·8*
3396	"	·419	5·0	18·6
		·429	2·5	16·2
		·433	5·0	14·9
3397	"	·440	3·75	13·2*
		·447	3·75	11·2*
3408	21—22·5	·451	1·25	10·1
		171·406	3·75	19·3*
		·412	3·75	17·7
3409	"	·414	1·25	17·1
		·422	2·5	14·9*
		·426	5·0	13·9
3418	22—23·5	·433	3·75	12·3*
		172·421	1·25	14·6
		·424	2·5	14·0
3419	"	·429	3·75	12·5*
		·438	3·75	10·1*
		·443	3·75	08·8
3422	12—13—6	·447	5·0	07·6
		193·346	6·25	19·3
		·351	2·5	18·0
3501	18—19·7	·357	5·0	16·5*
		229·465	3·75	27·4*
3507	19·7	471	5·0	28·9
		230·323	10·0	02·5
3526	9·8	·331	3·75	04·7*
3532	16·8	·251·276	9·0	05·0
3641	11·9	·258·326	10·0	23·3
		·284·227	20·0	16·0

В первых двух столбцах таблицы приведены номера негативов и даты фотографирования. В третьем столбце даны средние моменты наблюдения в юлианских днях; в четвертом — экспозиции в минутах. Наконец, в последнем столбце содержатся зенитные расстояния для средних моментов экспонирования. Звездочки у чисел означают, что фотографирование в данном случае производилось через диафрагму.

Описание спектров. С помощью саморегистрирующего микрофотометра МФ-4 с 40-кратным увеличением были получены регистрограммы спектров. Кроме того были изготовлены хорошие репродукции с негативов (см. фото 1). Все это, вместе с литературными данными, оказало нам большую помощь при отождествлении спектральных линий и полос излучения Новой. Ниже мы даем картину качественных изменений отдельных участков спектра, наблюдаемых на наших негативах.

Негативы 3315, 3316, 3323, 3324, 3325. На этих пластинках спектр имеет одинаковый вид. Поскольку фотографирование в данном случае производилось на эмульсиях Агфа Изохром, спектры простираются в сторону красного конца только до 5500 ангстрем.

Непрерывный спектр виден хорошо. Наиболее заметны эмиссионные линии серии Бальмера ($H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$) Такой же интенсивности полоса *N*III 6440. Немного менее интенсивна запрещенная линия OIII 5007 (N_1).

Эмиссионные линии *Fe* II 5316, 5169 и 4924 хорошо заметны. На линию N_1 накладывается линия *He* I 5016. Полосы *N* II 4788—94, *Fe* II 4550+ *N*III 4515, OII 4468—69, OII 4415—17 хорошо видны и имеют примерно одинаковую интенсивность. Немного слабее полосы C II 4267, *Fe*II 4233, *N*II 4176+ *Fe*II 4179. На $H\delta$ возможно накладывается линия 4095 *N*III и 4103 *N*III. Полоса $H\varepsilon$ + *Ca*II 3969 очень широкая и имеет поглощение в центре, принадлежащее межзвездному кальцию. Заметна также другая линия поглощения межзвездного кальция *Ca*II 3934. На $H\varepsilon$ налагается линия 3995 *N*II. Между $H\delta$ и $H\varepsilon$ видна линия [SII]+ *O*II 4069—79 и едва заметна линия *N*II 4035—41. В фиолетовой части, кроме водородных линий H_8, H_9, H_{10} хорошо видна линия *O*III 3757.

Негативы 3327, 3328, 3329. Начиная с 31 марта фотографирование Новой все время производилось на пластинках Агфа Изопан ИСС, что дало нам возможность проследить за изменениями в спектрах от фиолетового конца вплоть до водородной линии $H\alpha$. Качество спектров, полученных в эту ночь, превосходное.

Линия $H\alpha$ немного ярче других водородных линий. Вблизи $H\alpha$ хорошо заметна линия с длиной волны 6475 ангстрем, которую мы отождествили с *N*II 6480. Примерно равны ей по интенсивности [OI] 6300 и 6363. Видна слабая эмиссионная линия *Fe*II 6149. Более интенсивны *N*I 5942 и *He*I 5876. Запрещенная линия *N*II 5755 имеет примерно такую же яркость как и [*O*I]; немного слабее полоса *N*II 5667—80. Для остальных участков спектра остаются в силе предыдущие описания. Мы хотели бы подчеркнуть, что в эту ночь на спектрограммах очень четко видны межзвездные линии поглощения *H* и *K* ионизированного кальция.

Негативы 3364, 3365, 3373, 3374, 3381, 3382. Наблюдается усиление непрерывного спектра в фиолетовом участке. Водородные линии попрежнему являются наиболее интенсивными линиями спектра. Из них самая сильная линия $H\alpha$. Значительно усилились линии $H\varepsilon$, H_8, H_9, H_{10}. Интенсивность запрещенной линии N_1 достигла интенсивности $H\beta$. Линия N_2 довольно яркая, но все же уступает по яркости N_1. Усилилась запрещенная линия *N*II 5755 и стала намного ярче линий [*O*I] 6300 и 6363. Усилились также линии *He*I 5876 и *N*II 5667—80. Кроме указанных линий в интервале спектра от $H\alpha$ до $H\beta$ заметны *N*II 6480, *Fe*II 6149; *N*II 5942, 5535, 5495; [*Fe*II] 5362 и 5273 (последние две очень слабы) и 5169 *Fe*II. Изменения, которые произошли в интервале спектра между полосой 4640 и $H\gamma$ заключаются в том, что, во-первых, не видна линия 4550 *Fe*II, и, во-вторых, в результате усиления линии 4471 *He*I полоса 4468—69 *O*II + 4471 *He*I стала выделяться относительно соседних участков спектра. Запрещенная линия *O*III 4363 все еще менее интенсивна чем $H\gamma$. Линия *C*II 4267 значительно усилилась по сравнению с предыдущими спектрограммами. К этой линии примыкает слабая линия [*Fe*II] 4244. Вблизи $H\delta$ заметна слабая диффузная полоса *N*II 4176+ FeII 4179. С фиолетовой стороны $H\delta$ выглядит размытой. По-видимому, на нее налагается полоса 4069—76 [SII]+OII. Усилилась по сравнению с 31 марта полоса *N*II 4035—41. Появилась запрещенная линия *Ne*III 3869.

Межзвездные линии поглощения ионизованного кальция больше не заметны.

Негативы 3388, 3389. Относительно спектра, наблюдавшегося 21—22 апреля, замечены интересные изменения. Полоса 4640 стала более широкой и диффузной. Менее заметна налагающаяся на нее линия *He*II 4686. Усилилась полоса *N*III 4510—15 и по отношению к ней ослабла линия 4471 *He*I. Линия $H\delta$ диффузная с красного конца из-за усиления линий NIII4097 и 4103. На фиолетовом краю этих линий хорошо заметно поглощение. Усилилась линия *N*II 4048 и превзошла по интенсивности полосу *N*II 4035—41. Исчезла запрещенная линия *Ne*III 3869. По всей вероятности в данном случае наблюдалась так называемая «азотная вспышка».

Негативы 3396, 3408, 3409, 3418, 3419. На спектрограммах с 17 по 23 мая никаких изменений не заметно. Наиболее интенсивны линии $H\alpha$, N_1, $H\beta$, $H\gamma$, *N*III 4640, $H\delta$; все они имеют примерно одинаковую интенсивность. Немного уступает им линия N_2. Интенсивности запрещенной линии *O*III 4363 и $H\gamma$ равны. Полоса *N*III 4640 стала узкой и более резкой. Снова хорошо видна *He*II 4686. С фиолетовой стороны на полосу 4640 накладывается полоса 4603 *N*V и 4607 *N*II. В визуальной области наиболее заметны теперь линии [*Fe*II] 5212 и 5280, 5411 *He*II; попрежнему присутствуют линии 5169 *Fe*II (на эту линию накладывается линия 5177 [*Fe*VI]), *N*II 5535, 5495, 5667—80; *N*II 5755, *He*I 5876, *N*II 5942, *Fe*II 6149, [*O*I] 6300 и 6363. NIII 6467. Соотношение интенсивностей для этих линий такое же, как и на предыдущих спектрограммах. Кроме того, появилась линия 6085 *Fe*VII. Поглощение с фиолетовой стороны $H\delta$ исчезло и значительно ослабла линия 4048 *N*II. Вновь присутствует довольно сильная запрещенная линия *Ne*III 3869.

Негатив 3422. По виду спектр похож на спектр, полученный 22—23 мая. Интенсивности линий $H\alpha$, N_1, $H\beta$ [OIII] 4363 равны. Эти линии самые сильные в спектре. Линия N_2 все еще уступает по яркости $H\beta$. Линия [*O*III] 4363 стала ярче $H\gamma$. Немного ослабли линии: *Fe*II 6149, [*Fe*VI] 5177 + *Fe*II 5169.

Негативы 3501, 3507. Наиболее интенсивны линии $H\alpha$, N_1 [OIII] 4363. Запрещенная линия OIII 4959 (N_2) слабее N_1, но ярче $H\beta$. Интенсивность полосы 4640 равна интенсивности $H\beta$. Довольно интенсивна полоса $H\delta$ + *N*III 4097. Хорошо видны линии $H\varepsilon$ и H_8. На последнюю налагается линия [*Ne*III] 3869, причем интенсивность [*Ne*III] превзошла интенсивность H_8. Кроме перечисленных видны еще линии: *N*III 6467, [*O*I] 6300 и 6363 [*Fe*VII] 6085, *He*I 5876, [*N*II] 5755, *N*II 5680, [*Fe*II] 5280, [*Fe*II] 5177, *Fe*II 5169, *He*II 4686, *N*III 4510—15, *He*I 4471, *C*II 4267, *N*II 4176, [*S*II] 4069—76, *N*II 4035, *N*II 3995. Из только-что перечисленных наиболее интенсивны линии: 5755 [*N*II], 4686 *He*II, 4510—15 *N*III.

Негативы 3526, 3532. Спектр такой же, как и 19—20 июля. Возросла интенсивность запрещенных линий *N*II 5755, OIII 5007, 4959, 4363 по отношению к водородным линиям, которые все еще довольно интенсивны. Линия N_2 приблизилась по интенсивности к N_1, оставаясь слабее ее. Едва заметны линии [*O*I] 6300, 6363; 6085 [*Fe*VII] и 5876 *He*I.

Негатив 3641. Наиболее интенсивны запрещенные линии N_1 и N_2. Интенсивность N_1 все же больше, чем N_2, а интенсивность N_2 превышает интенсивность $H\beta$. Равны между собой интенсивности $H\alpha$ и 4363 [OIII]. Линия [*N*II] 5755 такая же, как $H\beta$ и 4640 *N*III. Довольно интенсивны линии 4686 *He*II. $H\gamma$, $H\delta$, $H\varepsilon$, H_8. Интенсивность запрещенной ли-

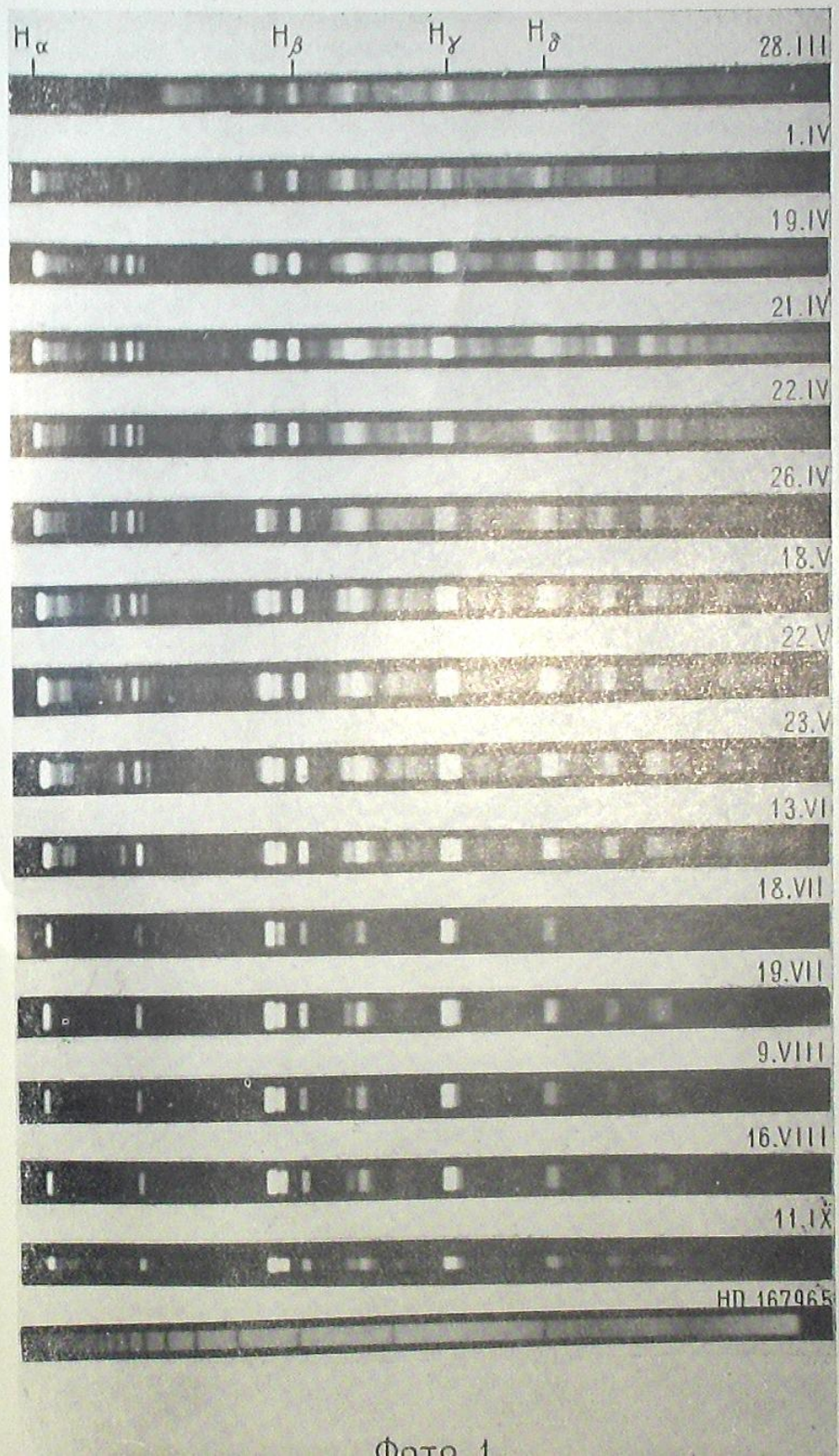


Фото 1

нии *Ne*III 3869 намного превосходит интенсивность H_8. Кроме упомянутых видны следующие линии: *N*III 6467, [*O*I] 6363 и 6300, [*Fe*VII] 6085, *He*I 5876, *N*II 5680, [*Fe*II] 5280, *N*II 5176, *Fe*II 5169, *N*III 4410—15, NII 4176, [SII] 4069—76. Ниже, в таблице 2 дается список отождествленных линий и полос в спектре N Her 1963, замеченных в течение нашего наблюдательного периода.

Таблица 2

Длина волны	Элемент	Длина волны	Элемент
6563	H	4607	NII
6467	NIII	4603	NV
6363	[OI]	4550	FeII
6300	[OI]	4510—15	NIII
6149	FeII	4468—69	OII
6085	[FeVII]	4471	HeI
5942	NII	4415—17	OII
5876	HeI	4363	[OIII]
5755	[NII]	4341	H
5667—80	NII	4267	CII
5535	NII	4244	[FeII]
5495	NII	4233	FeII
5412	[FeII]+HeII	4231—41	NII
5362	[FeII]	4179	FeII
5316	FeII	4176	NII
5280	[FeII]	4102	H
5273	[FeII]	4103+4095	NIII
5177	[FeVI]	4069—76	OII+[SII]
5175	NII	4048	NII
5169	FeII	4035—41	NII
5016	HeI	3995	NII
5007	[OIII]	3970	H
4959	[OIII]	3969	CaII
4924	FeII	3934	CaII
4861	H	3889	H
4788—94	NII	3869	[NIII]
4713	HeI	3835	H
4686	HeII	3798	H
4640	NIII	3757	OIII

Расширение оболочки. Как отмечалось выше, к наблюдениям Новой мы приступили довольно поздно, когда, по всей вероятности, линии поглощения различных элементов уже очень сильно ослабли. Во всяком случае, на наших первых спектрограммах кроме межзвездных линий *H* и *K* ионизованного кальция никаких других линий поглощения не заметно. Даже эмиссионные линии водорода не имели свойственных им фиолетовых компонент поглощения. Поэтому мы могли проводить определение скоростей расширения газовой оболочки звезды только по ширине эмиссионных полос. При этом мы отдавали себе отчет в том, что скорости, полученные таким путем, будут зависеть от продолжительности фотографирования звезды. Но, как известно, соблюдение тождественных условий наблюдения новых звезд продолжительное время не представляется возможным. Мы не говорим здесь о других причинах, которые тоже вносят известные погрешности в определения скоростей расширения (внефокальность, атмосферные условия и т. д.). В начале статьи отмечалось, что в период наших наблюдений Новая была довольно яркой для нашего телескопа и, по-возможности, в большинстве случаев мы старались придерживаться оптимальных условий в отношении экспозиций.

Подобранные по такому признаку спектрограммы измерялись на горизонтальном компараторе ИЗА-2. За окончательное значение отсчета принималось среднее из трех отсчетов для каждого края полосы. Индивидуальные отклонения от среднего арифметического не превышают величину ± 0.005, что в случае данной дисперсии в зависимости от длины волны дает следующие ошибки в определении скорости:

H_α — 70 км/сек H_γ — 28 км/сек
H_β — 38 „ H_δ — 21 „

Результаты определения скоростей расширения газовой оболочки по различным эмиссионным полосам представлены в таблице 3, столбцы которой не требуют пояснения.

Пропуски в таблице означают, что на данной спектрограмме измерение линии не производилось. Линия H_γ на многих спектрограммах сливается с линией [OIII] 4363. Линии H_ε, H_8 и H_9 были недостаточно интенсивны на первых и последних спектрограммах. По этой же причине иногда не измерялись линии [NII] 5755, NII 5680 и HeI 5876. Полоса 4640 до 17 мая имела диффузный вид. Нижняя строка в таблице 3 дает среднее значение скорости за весь интервал наблюдений.

На пластинках Агфа Изопан ИСС эмиссионная линия H_α выходит вполне отчетливо, но за этой линией наблюдается полное исчезновение чувствительности эмульсии. Из-за этого, может быть, красный конец H_α обрезается и полная ширина линии будет меньше. Несмотря на это H_α показывает значительно большую скорость расширения, чем остальные линии таблицы 3. Это частично можно объяснить тем, что в случае применяемой нами дисперсии красная линия [NII] 6548 сливается с H_α, и скорость расширения получается завышенной.

Данные таблицы 3 позволяют оценить среднюю скорость расширения оболочки. Среднее по всем водородным линиям дает 1190 км/сек., а без линии H_α — 1100 км/сек. Линии H_ε, H_8, H_9, дают меньшую скорость расширения, чем линии $H_\alpha - H_\delta$. Наши данные определенно указывают на то, что скорость расширения оболочки со временем уменьшалась.

Фотометрия спектра. В настоящем исследовании мы не задавались целью изучения распределения энергии в непрерывном спектре Новой, поскольку по хорошо известным причинам оно всегда связано с большими трудностями, особенно, — когда спектры получены с малой дисперсией.

Однако, на регистрограмме, соответствующей негативу 3325, ощущается наличие непрерывного спектра, ввиду чего только для этого случая мы попытались произвести определение спектрофотометрического градиента относительно звезды *HD* 167965, чтобы иметь представление о порядке цветовой температуры Новой. Для этого спектры Новой и звезды *HD* 167965 с помощью функционального преобразователя, присоединенного к микрофотометру МФ-4, были записаны прямо в интенсивностях. Потом для 36-и точек, в интервале длин волн от 3700 ангстрем до 5500 ангстрем были составлены разности

$$\lg l = \lg(N\,\text{Her}\,1963) - \lg(\text{HD}\,167965),$$

которые приведены в таблице 4.

Таблица 3

Дата	№№	Hα	Hβ	Hγ	Hδ	Hε	H8	H9	[NII] 5755	NII 5680	[OIII] 5007	[OIII] 4959	NIII 4640	HeI 5876
31·3—1·4	3328	1480	1140	1000	1230	1090	990	1060	1085	1265	1050	1230	1490	1205
„	3329	1470	1080	1080	1150	1025	1090	1040	945	1200	1490	1140	1410	945
18—19·4	3364	2390	1380	1380	1215	1020	1000	1120	1010		1515	1150	1350	1040
20—21·4	3373	2310	1320		1230	1155	1045	1050	1030	995	1410	1245	1375	1060
	3374	2190	1350	1205	1050	1080	1045	940	1010		1230	1200	1305	1080
21—22·4	3381	1800	1110	1150	1065	1025	1025	1055	970	1105	1245	1230	1140	1020
	3382	2180	1260	1150	1245	1070	1030	1030	1200	1240	1495	1300	1490	910
25—26·4	3388	1740	1200	1110	1100	1060	1170	1050	1100		1335	1140	1410	920
	3389	2240	1320	1140	1250	1040	1090	1050	1070		1330	1065	1350	1125
17—18·5	3395	2000	1320		1260	980	1050		905		1390	1220	1375	
	3396	1950	1230		1110	970	1050		1010		1410	1060	1365	
	3397	1690	1235		1160	1060	1025		965		1150	1210	1305	
21—22·5	3408	1920	1080		1120	1025	1090		990		1235	1125	1305	
	3409	1910	1170		1130	860	1020		935		1325	1045	1140	
22—23·5	3418	1770	1080		1120	995	1075		915		1370	1130	1180	
	3419	1735	1115		1045	1020	1090		1010		1165	1080	1170	
12—13·6	3422	1640	1140		1070						1365	1050	1210	
18—19·7	3501	1280	970		1030		1165		1080		1200	1100		
19·7	3507	1340	980		1095						1370	1100	1190	
9·8	3526	1060	955		1080									
16·8	3532	1300	920		985									
		1770	1160	1150	1130	1030	1060	1040	1020	1160	1310	1140	1290	1060

Таблица 4

λ	λ⁻¹	ΔlgJ	λ	λ⁻¹	ΔlgJ
5430	1·842	−0·392	4300	2·326	−0·466
5315	1·881	−0·382	4260	2·347	−0·336
5225	1·914	−0·559	4215	2·372	−0·420
5150	1·942	−0·336	4200	2·381	−0·326
5090	1·965	−0·494	4160	2·404	−0·420
5010	1·996	+0 155	4102	2·438	+0·028
4960	2·016	−0·429	4070	2·457	−0·382
4860	2·068	+0·298	4030	2·481	−0·411
4830	2·070	−0·503	3970	2·519	−0·140
4790	2·088	−0·317	3935	2·541	−0·411
4740	2·110	−0·531	3885	2·574	−0·205
4640	2·155	+0·056	3855	2·594	−0·466
4565	2·190	−0·569	3835	2·608	−0·205
4530	2·208	−0·326	3810	2·625	−0·373
4500	2·222	−0·438	3790	2·638	−0·261
4440	2·252	−0·242	3760	2·660	−0·028
4380	2·283	−0·429	3735	2·677	−0·112
4340	2·304	+0·047	3715	2·692	+0·037

На рисунке 1 представлены данные таблицы 4. Наклон прямой ли нии, проведенной по способу наименьших квадратов, дает для относи тельного градиента величину — 0.38.

Абсолютный градиент звезды *HD* 167965 не определен. Известно что она принадлежит к главной последовательности и имеет спектраль ный тип B8n. Согласно Эггену ее U—B=—0.50 и B—V=—0.12 зв. вел

Все приемлемые значения градиента звезды сравнения *HD* 16796 дают для Новой очень высокую цветовую температуру, даже без учет космического поглощения света.

Так как непрерывный спектр Новой на большинстве спектрограмм был слаб, и проведение его к тому же осложнено слиянием многочис ленных эмиссионных полос, то для определения эквивалентных ширин и центральных интенсивностей эмиссионных линий мы использовали непрерывный спектр звезды сравнения *HD* 167965. Как было указано звезда сравнения фотографировалась через диафрагму; соответствую щий этой экспозиции спектр Новой оказывался в основном недодер жанным, но наиболее выдающиеся эмиссионные линии имели имени нормальные почернения. Использовав эти спектры, мы определили эк вивалентные ширины двух эмиссионных линий H_β и [OIII] 5007 по от ношению к непрерывному спектру звезды сравнения. Для других эмис сионных линий определение эквивалентных ширин не представлялось возможным из-за блендирования их соседними линиями. Ниже приво дим результаты измерений.

Негатив	$W_1(H\beta)$ Å	$W_2(N_1)$ Å
3328	69·4	—
3364	51·6	71·0
3373	48·0	73·5
3381	46·6	73·3
3389	46·4	46·6
3396	21·4	57·5
3408	23·1	46·8
3409	25·7	44·8
3418	18·1	40·2

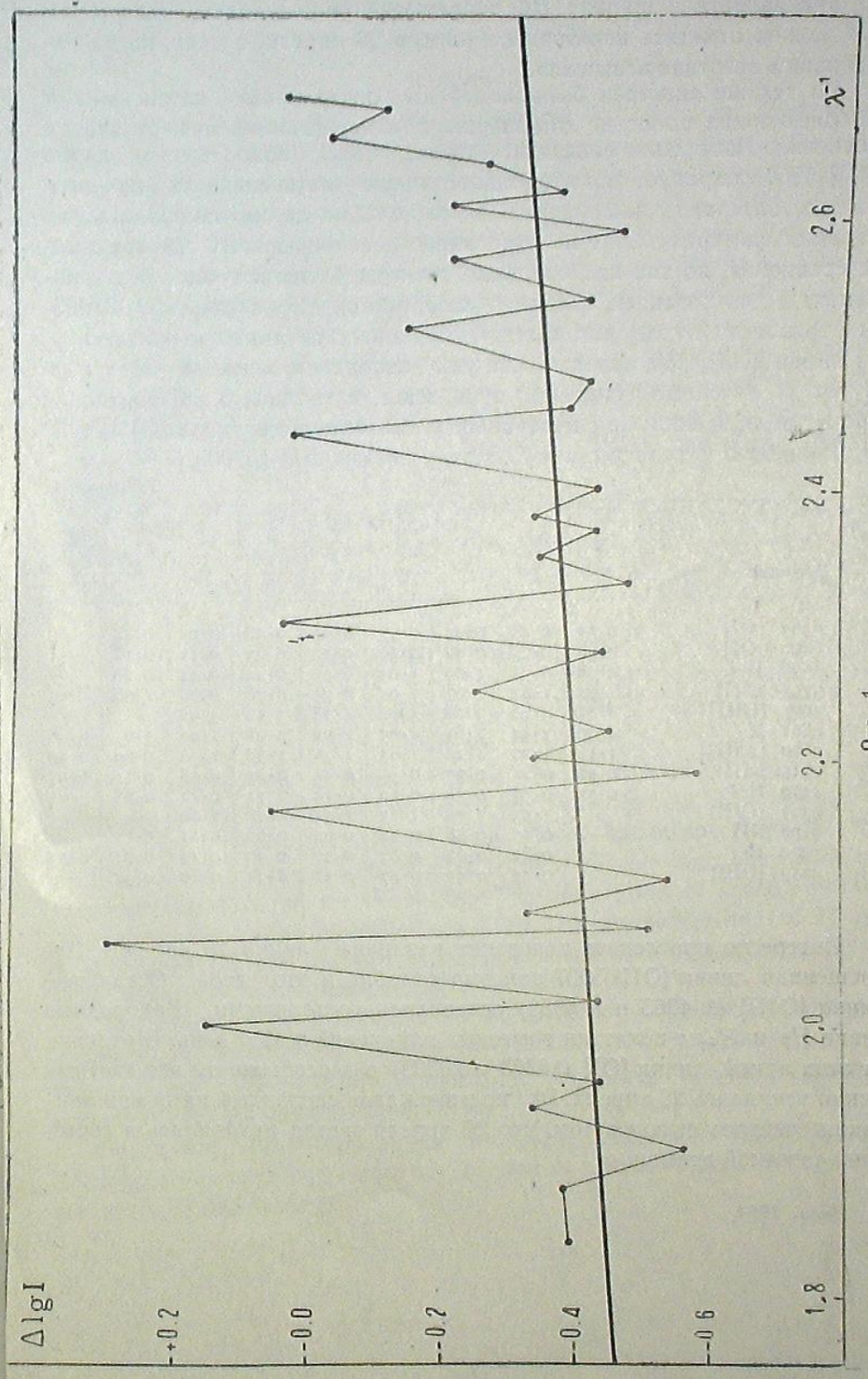


Рис. 1

Эквивалентная ширина $H\beta$ непрерывно уменьшалась. Для [OIII] 5007 можно отметить некоторый минимум 26 апреля, в день, когда наблюдалась «азотная вспышка».

На тех же спектрах были измерены центральные интенсивности наиболее ярких полос по отношению к непрерывному спектру звезды сравнения. Измерения показали, что из всех линий только линия [OIII] 4959 сохраняет примерно постоянную интенсивность на протяжении интервала наблюдений. Более слабые линии измерялись на основных спектрах также по отношению к непрерывному спектру звезды сравнения, но так как основные спектры были получены без диафрагмы и с экспозицией, отличной от экспозиции для звезды *HD* 167965, мы образовали отношения интенсивности каждой линии к интенсивности линии [OIII]4959, которая, как уже говорилось, менялась медленнее других. Полученные отношения приведены в таблице 5. В последней строке таблицы записаны центральные интенсивности линии [OIII] 4959 по отношению к непрерывному спектру звезды *HD* 167965.

Таблица 5

Элемент	Дата 18—19·4	20—21·4	21—22·4	25—26·4	17—18·5	21—22·5	22—23·5	12—13·6	18—19·7
6363 [OI]	0·37	0·43	0·42	0·53	0·21	0·28	0·22	0·19	—
6300 [OI]	0·40	0·35	0·42	0·53	0·16	0·23	0·17	0·18	—
5876 HeI	0·98	0·95	1·06	1·09	0·46	0·45	0·44	0·28	—
5755 [NII]	1·66	1·44	1·67	1·94	0·73	0·76	0·78	1·00	0·53
5007 [OIII]	4·65	4·08	3·28	2·66	4·18	3·52	3·92	—	—
4861 H	4·00	3·54	2·83	2·89	2·06	2·08	1·46	1·35	0·48
4640 [NIII]	1·18	1·22	1·26	1·83	1·35	1·28	1·26	0·60	0·30
4515 NIII	0·22	0·24	0·27	0·50	0·14	0·22	0·18	0·11	0·05
4470 HeI	0·32	0·37	0·36	0·50	0·12	0·12	0·14	0·08	—
4363 [OIII]	—	1·35	1·03	1·13	1·32	—	1·60	—	—
4176 NII	—	0·17	0·18	0·40	0·08	0·08	0·11	0·03	—
3970 H	—	0·84	0·62	0·82	0·27	0·30	0·42	0·21	0·09
4959 [OIII]	0·43	0·45	0·49	0·47	0·38	0·34	0·40	0·35	—

Интересно проследить поведение различных линий 26 апреля. Запрещенная линия [OIII]5007 заметно ослабла в этот день. Остальные линии [OIII] (λ 4363 и λ 4959) оставались постоянными. Водородные линии $H\beta$ и H_ε не показали заметных изменений в этот день. В отличие от этих линий, линии [OI] (λ6363 и λ6300) и в особенности все азотные линии усилились 26 апреля. Это подтверждает сделанный нами при описании спектров вывод о том, что 26 апреля звезда находилась в состоянии «азотной вспышки».

Июнь, 1964.

1964 წლის ჰერკულესის ახალი

ი. ალანია და მ. პოპოვი

(რეზიუმე)

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 70 სმ მენისკურ ტელესკოპზე მიღებული სპექტრების საფუძველზე გამოკვლეულია 1963 წლის ჰერკულესის ახალი. დაწყებული 25 მარტიდან მიღებულ იქნა 60-ზე მეტი სპექტროგრამა. შესადარ ვარსკვლავად გამოყენებულია HD 167965, რომლის ფოტოგრაფირება წარმოებდა დიაფრაგმით. სტატიაში მოცემულია სპექტრების აღწერა და გაიგივებული ხაზებისა და ზოლების ცხრილი. დაკვირვების პირველ ხანებში მიღებულ სპექტრებზე შეიმჩნევა იონიზებული კალციუმის შთანთქმის K და H ხაზები, რომელთა წარმოშობა ვარსკვლავთშორისეთული ხასიათისაა.

26 აპრილს ახალი იმყოფებოდა ეგრეთწოდებული „აზოტური ანთების“ მდგომარეობაში. მე-3 ცხრილში მოცემულია ახალი ვარსკვლავის გარსის გაფართოების სიჩქარე სხვადასხვა ელემენტების მიხედვით. წყალბადის გამოსხივების ხაზების მიხედვით გაფართოების საშუალო სიჩქარე აღმოჩნდა ტოლი 1190 კმ/წმ.

განსაზღვრულია $H\beta$ ს და [OIII] 5007-ის ექვივალენტური სიგანეები. სხვა გამოსხივების ხაზებისათვის გაზომილი იყო ცენტრალური ინტენსივობები. შედეგები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

NOVA HERCULIS 1963

I. F. ALANIA and M. V. POPOV

(Summary)

The investigation of Nova Herculis 1963 is carried out on the base of spectra obtained by means of the 70 cm meniscus type telescope of the Abastumani Astrophysical Observatory. More than 60 specrtograms were obtained beginning March 25. HD 167965 was photographed as a comparison star through the diaphragm. The description of spectra and the table lines and bands identified are given. The interstellar-lines of H and K of ionized Ca are present on the first spectrograms. On the 26-th of April Nova was in the state of «nitrogen flare».

The velocities of broadening of the gaseous envelope determined according to the emission lines of various elements are given in table 3. The average velocity of broadening according to the hydrogen emission lines amounts to 1190 km/sec.

Equivalent line widths of Hß and [0111] 5007 are determined. Central intensities were measured for the rest of emission lines. The results are given in the table 5.

КРАСНЫЕ ЗВЕЗДЫ В ОБЛАСТИ *NGC* 6819

М. В. ДОЛИДЗЕ и Н. А. ЛИПАЕВА

Работы по выявлению и классификации слабых М-звезд и, вообще, красных звезд, для изучения их видимого и пространственного распределения, наряду с изучением связанных с ними объектов, представляют интерес для задач галактической астрономии.

В данной работе мы приводим результаты подобной работы, проведенной для области, расположенной около NGC 6819, площадью около 20 кв. градусов, богатой, как можно было предположить заранее, слабыми М-звездами.

Попутно велись поиски эмиссионных *C* и *S*-звезд, хотя наличие их в большом количестве в избранном направлении мало вероятно.

Скопление NGC 6819, по последним данным, [1,2], во многих отношениях напоминает старые скопления. Расстояние до скопления, по тем же данным, равно 1660 пс, но удаление от плоскости Галактики довольно большое: z=+246 пс. Следовательно, можно было ожидать, что слабые М-звезды выявятся также в самом скоплении, и не только в центре, но и на периферии. Данные [1,2] подсказывают, что в случае наличия в скоплении М-звезд карлики должны быть видны как звезды 19—23 зв. величины, а гиганты — как 10—11-ой, т. е. выявленные в данном направлении звезды-карлики до 17.5 зв. вел. могут быть звездами поля.

Наблюдения были проведены на большой призменной камере Абастуманской астрофизической обсерватории (70 см менисковый телескоп). Данные наблюдений приводим в таблице 1.

Таблица 1

Дата	№ негатива	α_{1900}	δ_{1900}	Эмульсия и фильтр	Время выдержек в минутах	Призма
18-19·10·1963	3695	19^h40^m	$+40^0$	Кодак $O_aE+KC-10$	120	4°
18-19·11·1963	3730	19 40	+40	$A-700+KC-10$	120	8°

Данные спектральной классификации М-звезд приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
				4	gd			3
1	$19^h25^m.4$	+39°45′		4	gc			3
2	25·7	39 04		a,1	a,1	17809	37308	1,2
3	25·7	40 15	9·5		b			3
4	26·0	38 54		4	k5			1,2
5	26·0	39 51	11·9	a—k5				1,2
6	26·1	39 41	13·6	b—c	2			2
7	26·3	39 33	8·0	a,1	a	17815		1
8	26·3	40 08	13·1	b:,2	a,2			1,2
9	26·4	40 40	11·4	a,1	b			2
10	26·5	39 29	12·4	a	gc			
11	26·5	40 09	14·8	d	2,3			1,2
12	26·6	39 18	12·3	a — k5,1	a			2
13	26·6	40 08	11·3	a,1	2			1,2
14	26·9	38 34		4	gb			3
15	26·9	39 59	13·7	b:	2			1,2
16	27·1	40 20	9·7	a,1	a,1			1,2
17	27·1	40 26	12·8	b	gb:,2			1,2
18	27·1	41 07	11·3	a	gb			1
19	27·2	39 47	11·4	a,1	k5			1,2
20	27·4	39 51	8·4	a,1	k5,1	17830		1,2
21	27·4	40 15	8·1	a	gb			1,2
22	27·5	41 18	13·6	c	2			1
23	27·6	38 59	11·0	k5	a — k5			2
24	27·6	39 14	12·9	a	gb:			2
25	27·6	39 20	10·5	a,1	a,1	17833		2
26	27·6	39 26	13·9	b	2			2
27	27·6	40 54	12·6	c	2			1
28	27 7	39 41	13·0	b—c	2,3			1,2
29	27·8	38 57	11·0	k5	a			2
30	27·8	40 23	13·4	c,3	3			1,2
31	27·8	41 02	9·5	a:,1	k5	37362		1
32	27·9	39 03	13·2	k5	k5—a			2
33	28·1	40 09	13·7	b	2			1,2
34	28·1	40 39	9·0	a	a,1			1,2
35	28·2	38 27		4	a—b:			3
36	28·2	39 22	10·3	k5,1	k5			2
37	28·3	39 59	12 6	a	b			1,2
38	28·4	38 34	14·0	b	1			2
39	28·4	38 38	14·2	c	2			2
40	28·4	38 50	14 3	c	2			
41	28·4	39 54	8·8	a—b,1	a,1			1,2
42	28·4	41 11	13·9	c	gb	17847		1
43	28·6	38 34	14·3	c	2			2
44	28·6	39 09		4	b			3
45	28·6	39 46	13·1	b	2			1,2
46	28·7	39 56	14·0	b,3	2			1,2
47	28·7	40 11	7·9	a,1	a,1			1,2
48	28·7	40 26	14·1	c:	2	17854		1,2
49	28·7	41 02	10·2	k5	a,1			1,2
50	28·7	41 11	10·2	a	a,1	37383		1
51	28·7	41 34	13·1	b	gc	37381		1
52	28·9	41 38	12·7	a	k5:			1
53	29·1	38 21	9·4	a—b	b,1			1
54	29·2	39 29	13·4	b	b	17860		2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
55	$19^h29^m.2$	39°38′	13·2	b	2			1,2
56	29·3	40 36	12·1	a	a—k5			1,2
57	29·4	39 18	11 4	k5,1	a			2
58	29·4	39 59	13·8	b—c	2			1,2
59	29·5	38 44	13·2	a	gb			2
60	29·5	39 01	13·7	b—c	2			2
61	29·6	39 02	13·5	b	b			2
62	29·6	41 46	13·8	b—c	2			1
63	29·6	41 56	9·6	k5	4	37413		1
64	29·7	41 41	12·3	a	a,3			1
65	29·8	40 06	12·6	a	a			1,3
66	29·9	38 21	12·6	a	2			2
67	30·0	38 22	14·5	d	3			2
68	30·0	39 15	9·1	a	a,1	17884		2
69	30·0	39 16	11·4	a	a — k5,3			2
70	30·0	40 15	9·2	k	k5,1	17874		1,2
71	30·0	40 17	12·1	a	gb			1,2
72	30·0	41 54	14·9	d	2			1
73	30·0	41 54	11·9	a	4			1
74	30·2	41 30	12·0	a	a			1
75	30·3	38 48	13·5	c	2			2
76	30·3	39 02	14·3	c	2			2
77	30·3	39 46	14·4	c	2			1,2
78	30·4	38 09		4	gb:			3
79	30·4	39 50	13·6	c	c			1
80	30·5	37 53		4	gc			3
81	30·5	38 37	14·0	b	2			2
82	30·5	39 53	12·1	a	b			1,2
83	30·5	40 31	14·0	d	2			1,2
84	30·6	41 12	12·5	a	a			1
85	30·7	41 10	11·8	a,1	a—k5			1
86	30·8	40 05	11·4	a,1	a			1,2
87	30·9	40 14	12·4	a—b	gb			1,2
88	30·9	41 47	12·7	b	gb			1
89	31·0	41 04	13·0	b	gb			1
90	31·0	41 47	13·5	d	2			1
91	31·1	40 00	12·2	a:	3			1,2
92	31·1	41 36	9·0	a—b	a	37450		1
93	31·1	41 40	12·0	a	3			1
94	31·2	39 32	9·0	k5	k5	17908		2
95	31·2	40 08	9·9	a,1	a			1,2
96	31·4	38 18	12·9-13·0	b	2			2
97	31·4	38 53	13·9	d	2			2
98	31·4	40 52	12·7	b	b			1
99	31·5	38 15	12·8	a—b	gb:,2			2
100	31·6	38 23	13·4	a	2			2
101	31·6	38 58	14·0	e	ge			2
102	31·6	39 19	9·8	a	a,1	17916		2
103	31·6	39 21	13·8	c	2,3			2
104	31·6	39 21	11·5	a	b			2
105	31·6	39 35	13·7	c	2			1,2
106	31·6	39 38	14·3	c	2			1,2
107	31·7	38 22	13·1	c	2			2
108	31·7	38 40	13·3	b	2			2
109	31·7	39 55	14·1	c	2,3			1,2
110	31·7	41 41	11·8	a,1	a			1

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3750	№ по DO	№ по HD	№ фото
111	$19^h31^m.8$	+38°04′	12·7	a—b	a,2			2
112	31·8	39 42	11·5	1	b			1,2
113	31·8	41 41	11·3	a,1	a			1,2
114	31·9	40 25	12·2	k5:	a—k,5			1
115	32·0	40 49	12·8	b	gb,2			1
116	32·0	42 06	12·8	b	2			1
117	32·1	42 06	11·9	a	2			1
118	32·1	42 10	12·0	k5	4			1
119	22·2	39 06	14·2	b—c	2			2
120	32·3	40 36	11·6	1	k5			1,2
121	32·3	40 40	12·6	b	gb,2			1,2
122	32·3	41 30	13·6	c:	2			1
123	32·4	38 16	12·8	b	b:			2
124	32·4	38 40	12·5	a	a			2
125	32·4	39 59	12·8	b	gc,2			1,2
126	32·5	39 13	12·7	a	a			2
127	32·5	42 02	13·4	k5—a	4			1
128	32·7	39 34	11·7	a—k5	a			2
129	32·8	40 44	12·0	c	c			1,2
130	32·8	40 47	14·1	d	3			1
131	32·8	41 15	10·6	a	b			
132	32·8	41 54	13·3	c	3			1
133	32·9	41 25	13·7	c—d:	gc — d,2			1
134	32·9	41 35	13·2	b — c	b:,2			1
135	33·0	38 23	9·0	a	k5			1
136	33·0	41 10	13·3	c	2	17934		2
137	33·0	41 59	13·7	b	2			1
138	33·1	38 55	9·8	a,1	b,1			1
139	33·1	40 19	9·9	a,1	a—b	17938		2
140	33·1	40 47	10·8	a,1	a—b			2,2
141	33·2	38 25	11·2	a—k5:	k5			1
142	33·2	38 49	14·1	b	2			2
143	33·4	39 42	12·6	a	2			2
144	33·4	40 24	11·9	a	a			1,2
145	33·4	40 46	14·4	b	2			1,2
146	33·4	41 41	10·6	k5	a—k5			1
147	33·5	39 16	13·8	b3	2,3			1
148	33·5	40 51	10·2	a,1	a,1			2
149	33·5	41 03	12·9	c	b			1
150	33·5	42 02	12·1	a	a			1
151	33·6	38 16	12·6	a	a			2
152	33·6	38 46	12·5	a	a			2
153	33·6	39 15	12·8	b	gb—c,2			2
154	33·6	40 54	14·3	c	c:,2			1
155	33·6	41 30	12·1	a:	a			1
156	33·6	41 50	12·5	b	b			1
157	33·7	42 15	13·1	b	2			1
158	33·8	42 16	14·3	e	2			1
159	33·9	40 15	12·9	b	b			1
160	33·9	40 41	11·3	k5	k5			1,2
161	34·0	39 14	12·5	a	a			1,2
162	34·0	42 08	14·8	c,2	2			2
163	34·1	40 57	14·6	d,3	2			1
164	34·1	41 40	10·3	k5—a,1	a—b			1

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3739	№ по DO	№ по HD	№ фото
165	$19^h34^m.2$	+38°52′	14·2	d	2			2
166	34·2	39 29	12·2	k:	a			2
167	34·2	39 49	11·3	k5:	a—k5			1,2
168	34·2	39 56	14·0	c	2			1,2
169	34·2	41 29	12·3	a	b			1
170	34·2	41 32	11·9	a	gb			1
171	34·3	39 20	11·8	k5:	a			2
172	34·4	38 20	14·1	b—c	2			2
173	34·4	41 32	11·9	a	gb			1
174	34·4	41 52	14·1	b — c	2			1
175	34·5	39 10	12·7	a	3			2
176	34·5	39 20	13·1	e,2	2			2
177	34·5	39 37	12·8	a	gb			1,2
278	34·5	41 28	12·8	a	b,2			1
179	34·6	38 02	9·2	k	k5:,3	17959		2
180	34·6	38 56	13·0	b	2			2
181	34·6	39 44	13·0	b—c	gc			1,2
182	34·6	40 06	11·5	a,1	gb			1,2
183	34·6	41 02	14·0	c	2			1
184	34·6	41 18	9·8	a,1	a,1			1
185	34·7	38 46	12·5	a	gb:,2			2
186	34·7	39 54	12·8	b	b,2			1,2
187	34·8	37 41		4	a,1			3
188	34·8	38 22	12·5	b	gc			2
189	34·8	39 11	14·5	d:	2			2
190	34·9	38 45	12·8	b	b:,2			2
191	34·9	40 31	12·7	b	gb:,3			1,2
192	35·0	37 56	12·4	a	gb			2
193	35·0	41 14	(9) —10·0	a—k5	k5	17974		1
194	35·0	41 32	12·8	a	b,2			1
195	35·1	38 01	8·8	a,1	k:,1	17975		2
196	35·1	42 04	13·5	a — b	2			1
197	35·1	42 10	12·4	k5	3			1
198	35·1	42 23	12·4	a	2			1
199	35·2	41 42	14·5	d	2			1
200	35·2	42 25	11·8	a	2			1
201	35·3	38 38	13·8	b	2			2
202	35·3	40 00	14·1	e	2			1,2
203	35·3	40 09	14·0	c	3			1,2
204	35·3	42 00	13·2	b	2			1
205	35·4	39 02	12·0	a	gb			2
206	35·5	41 24	9·7	a,1	a,1	37578		1
207	35·6	38 52	11·8	a—k5	k5:			2
208	35·6	40 49	14·8	d,2	2			1
209	35·6	41 16	14·1	c	3			1
210	35·6	41 27	13·9	c	2			1
211	35·7	39 10	12·2	a	a			2
212	35·8	40 50	10·1	a—k5	a,1			1
213	35·8	41 13	12·1	a,1	gb			1
214	35·8	41 33	10·7	a	gb			1
215	36·1	41 56	12·3	a	b			1
216	36·2	40 53	13·0	b	b:			1
217	36·2	41 50	12·9	b	b			1

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
	m							
218	$19^h36^m.3$	+41°31′	12·6	b	gb,2	18009		1
219	36·4	39 41	9·6	k	a—k5,3			1,2
220	36·4	39 45	12·9	b	b,3			1,2
221	36·4	40 41	13·8	b	2			1,2
222	36·4	40 58	14·1	c	2			1
223	36·4	41 55	13·2	b	2			1
224	36·5	39 40	13·8	b	2			1
225	36·6	40 23	14·5	c	2			1,2
226	36·6	40 32	12·6	c	2			1,2
227	36·6	40 36	13·4	c	2			1,2
228	36·6	41 01	(9.5)-10.8	k—a:	b	18011—37600		1
229	36·6	41 29	13·5	e	c,3			1
230	36·7	39 21	12·9	a	3			2
231	36·7	40 35	13·6	c	2			1
232	36·8	38 05	12·0	k5	a—k5			2
233	36·8	38 46	13·8	c	2			2
234	36·8	41 20	11·1	a,1	b			1
235	36·8	41 43	13·5	c	2	18014		1
236	36·9	40 00	9·5	k5	k5,1			1,2
237	37·0	39 56	13·6	c	2			1,2,4
238	37·0	41 30	12·6	a	b,3	37604		1
239	37·0	41 37	10·4	a	b,1			1
240	37·1	40 46	12·6	b	b			1
241	37·2	38 33	13·1	a	b:			2
242	37·2	39 03	11·2	k,1	k5			2
243	37·2	40 45	14·0	c	2			1
244	37·2	41 32	12·6	b	2,3			1
245	37·3	37 49	13·4	e	3			2
246	37·3	41 26	12·5	a	a,3			1
247	37·3	41 28	12·7	a	3			1
248	37·4	39 43	14·1	e	2			1,2
249	37·4	39 54	14·0	e	2			4
250	37·5	38 45	13·6	e	c			2
251	37·5	39 21	13·2	b	2			2
252	37·5	40 04	11·3	a—k5,1	a			1,2
253	37·6	38 56	14·1	c	2			2
254	37·6	39 07	14·0	e	3			2
255	37·6	39 58	11·5	a	a,1,3			4
256	37·6	39 54	11·2	a—b	a,1,3			4
257	37·6	40 08	11·1	1	a,1			1,2
258	37·6	41 32	12·1	a	a			1
259	37·7	38 35	12·9	a	b			2
260	37·7	39 08	13·6	c	2			2
261	37·7	39 53	12·4	(a—k5):	k5:	37615		1,4
262	37·7	41 14	9·7	a	a—k5			1
263	37·8	39 55	11·7	a—k5,1	k:,1			1,4
264	37·9	38 01	12·7	a	gb	18042		2
265	37·9	39 04	9·8	a	a			2
266	37·9	39 06	13·9	b	2			2
267	37·9	39 45	12·8	b	gb	18041		1,2
268	37·9	39 55	10·0	a	g(b − a):			1,4
269	38·0	38 07	12·8	a	a			2
270	38·0	38 47	12·6	a	a,3			2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
271	$19^h38^m.0$	+38°48′	14·4	d—e	2			1,2
272	38·0	41 22	12·6	a	a,3			1
273	38·1	38 20	13·8	c	2			2
274	38·1	39 28	12·8	b	3			2
275	38·1	39 53	13·6	a	2			1,4,2
276	38·1	41 47	14·2	c	2			1
277	38·2	37 55	12·9	b	b			2
278	38·2	37 57	10·0	a	a	18051		2
279	38·2	38 10	13·0	a	a—b			2
280	38·2	41 55	11·5	a	gb			1
281	38·3	37 46	13·5	c	gc			2
282	38·3	37 50	12·6	a	a			2
283	38·3	39 59	11·3	a	a:			1,2
284	38·4	39 10	13 5	b	3			2
285	38·4	42 16	12·9	b	2			1
286	38·5	40 00	10·6	a	a			1,2
287	38·5	40 41	12·0	a	a—k5			1,2
288	38·6	37 47	13·4	a	a:,2			2
289	38·6	39 55	14·1	a:	2			1,2
290	88·6	40 56	14·3	b—c	2			1
291	38·7	40 32	(9)	a	a	18062		1,2
292	38·8	38 08	13·6	d	3			2
293	38·8	38 26	13·2	b	a:			2
294	38·8	40 13	10 7	a	a			1,2
295	38·8	40 54	14·0	e	1			2
296	38·8	41 05	10·5	(k5 — a),1	k5:	37641		1
297	38·8	41 07	13·6	c:	2			1
298	38·9	38 39	12·0	a	a			2
299	38·9	38 44	13·2	a	2			2
300	38·9	39 13	14·2	c:	2			2
301	38·9	41 43	12·6	a	b			1
302	39·0	37 36		4	gc			3
303	39·0	38 18	13·6	a—b	2			2
304	39·0	38 47	13·7	b	2			2
305	39·1	38 46	12·7	a—k5	a,2			2
306	39·1	39 18	14·3	d	2			2
307	39·1	39 56	13·2	a—b	a—b,2			1,2
308	39·1	40 52	11·9	a,1	b			1
309	39·1	41 04	14·2	c:	2			1
310	39·2	37 40		4	b			3
311	39·2	39 11	9·7	a—k5,1	k5,1	18069		2
312	39·2	40 16	14·2	d	2			1,2
313	39·3	38 44	12·9	a	a			2
314	39 3	39 04	12·4	a—k5	a—k5			2
315	39·3	40 23	12·3	a	a,2			1,2
316	39·3	40 40	12·9	c	2			1
317	39·4	38 04	9·9	a,1	a			2
318	39·4	38 10	8·5	k:	k5	18072		2
319	39·5	38 08	8·5	k:	k5:	18077		2
320	39·5	39 08	14·0	c:	3			2
321	39·5	40 13	14·5	d	2			1,2
322	39·5	41 34	13·0	b	2			1
323	39·5	41 40	12·8	b	b			1
324	39·5	42 22	13·9	b	4			1

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3750	№ по DO	№ по HD	№ фото
325	$19^h39^m.6$	+37°50′	12·2	a	gc			2
326	39·6	40 54	12·9	a	gb			1
327	39·6	41 18	14·1	e	3			1
328	39·6	41 42	10·3	k5	a—k5,1			1
329	39·7	37 33		4	b			3
330	39·7	37 53	11·9	a—k5	a—k5			2
331	39·7	38 08	11·6	a—k5	a—k5			2
332	39·7	39 09	11·4	a	a			2
333	39·7	39 45	14·2	a	3			1,2
334	39·8	40 13	11·1	a,1	a,1			1,2
335	39·8	42 22	13·8	c	2			1
336	39·9	38 40	13·2	b	2			2
337	39·9	40 12	13·7	c	2			1,2
338	39·9	42 27	12·3	a	2			1
339	40·0	38 37	9·9	a,1	b	18093		2
340	40·0	38 38	12·2	a	3			2
341	40·0	39 45	13·3	b	b			1,2
342	40·0	40 58	7·9	a,1	1			1
343	40·0	42 09	12·3	a	(a—k5):			2
344	40.1	38 53	13·9	c	2			2
345	40·1	39 19	11·2	1	a — k 5,1			2
346	40·2	37 59	12 5	a	gb:,3			2
347	40·2	41 40	12·9	b	2			1
348	40·3	38 10	14·1	c	ge			2
349	40·3	39 12	14·3	c	2			2
350	40·4	38 23	13·6	b	2			2
351	40·4	38 42	13·6	c	gc			2
352	40·4	40 10	13·8	b	2			1,2
353	40·5	39 23	12·2	a	a			2
354	40·5	40 28	11·9	a	3			1
355	40·6	38 00	13·6	c	gc			2
356	40·6	38 34	11·9	a	gb			2
357	40·6	38 43	13·4	b	gb,2			2
358	40·6	39 12	13·1	b	b,2			2
359	40·6	39 31	14·5	e	ge			2
360	40·6	42 22	14·4	b	4			1
361	40 7	37 51	10·7	a—k5	a			2
362	40·7	38 04	14·3	e	e			2
363	40·7	38 23	13·5	b	2			3
364	40·7	40 16	10·9	a	gb			1,2
365	40·7	40 36	12·2	a	a			1,2
366	40 7	41 17	14·1	d	2			1
367	40·8	38 40	11·7	a	gb			2
368	40·8	39 56	12·8	b	gb			1,2
369	40·8	41 10	12·9	b	gb			1
370	40·8	41 36	9·3	1	a	37681		1
371	40·9	39 22	14·3	c,3	3			1
372	40·9	39 56	14·3	c	2			2
373	41·0	37 56	13·5	b	2			1,2
374	41·0	38 00	14·2	c	2			2
375	41·0	39 27	14·1	b—c	2			2
376	41·0	40 01	13·5	c	2			2
377	41·0	40 28	14·6	d	2			2
378	41·0	41 29	14·3	c	2			1,2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
379	$19^h41^m.2$	+42°04′	11·0	a,1	a,1			2
380	41·2	38 10	13·2	b	gb			2
381	41·2	38 06	13·9	c	2			1
382	41·3	37 38		4	a,1			3
383	41·3	38 27	14·1	b	2			2
384	41·3	40 28	(6·5)	a	a,1	18121=37689= =189776		1,2
385	41·3	41 29	13·9	c	2			1
386	41·3	41 32	13·3	b	2			1
387	41·4	38 52	14·2	d	2			2
388	41·4	39 58	14·6	d	2			1,2
389	41·4	40 22	13·7	b	2			1
390	41·5	38 03	13·9	c	2			2
391	41·5	38 04	13·2	b	2			2
392	41·5	36 10	13·4	b	2			2
393	41·5	39 11	13·2	a	a			2
394	41·5	39 16	12·9	b	2			2
395	41·5	40 14	13·8	c	gb—c			1,2
396	41·5	41 57	14·0	c	3			1,2
397	41·5	40 35	14·0	b—c	2			1
398	41·6	37 59	12·4	b	b(ea:)			2
399	41·6	38 35	13·1	a—b	a			2
400	41·6	41 03	12·6	b	gb			1
401	41·7	38 07	13·2	a	2			2
402	41·7	38 26	11·2	k5	a—k5			2
403	41·7	39 56	14·4	c	2			1,2
404	41·7	40 19	11·6	a	a			1,2
405	41·8	39 49	12·1	a	2			1,2
406	41·8	40 00	11·6	a—b	gb			1,2
407	41·8	40 18	14·3	d	2			1,2
408	41·8	40 33	14·2	d	2			1,2
409	41·8	40 40	13·4	c	3,2			1,2
410	41·8	40 52	11·8	k5:	a			1
411	41·8	41 50	12·6	b	b			1
412	41 9	38 46	11·0	a—b	gb			2
413	41·9	39 52	12·8	b	2			1,2
414	41·9	41 19	13·7	d	2			1
415	42·0	37 53	12·8	a	3			2
416	42·0	38 04	13·2	b	gb			2
417	42·0	39 22	14·1	c	2			2
418	42·0	39 37	12·8	b	2			1,2
419	42·1	38 12	14·1	c	2			2
420	42·1	39 00	14·2	b	2			2
421	42·1	40 04	14·4	d	2			1,2
422	42·1	40 40	13·0	b	gb	37696		1,2
423	42·1	42 16	10·4	a	a,1			1
424	42·2	38 09	14·3	c	2			2
425	42·2	38 50	13·8	c	2			2
426	42·2	38 53	13·9	b	2			2
427	42·2	39 11	13·6	b—c	2			2
428	42·2	39 41	13·1	b	k:			1
429	42·2	39 41	14·1	d	2			1,2
430	42·2	41 11	11·2	a	a			1,2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
431	$19^h42^m.3$	+38°21′	12·1	a,1,3	a—b			2
432	42·3	38 29	14·3	a	2			2
433	42·3	38 50	14 2	c	2			2
434	42·3	39 32	12·5	b	3			1,2
435	42·3	39 45	12·1	a	gb			1
436	42·3	42 09	14·0	e	2			2
437	42·4	38 09	13·8	c	2			2
438	42·4	39 53	13·0	c	3			1,2
439	42·4	40 41	11·5	a	gb			1
440	42·4	42 08	12·4	a	2			
441	42·5	38 10	13·9	c	2			2
442	42·5	38 35	13·6	c	2			2
443	42·5	38 38	13·0	b	gb			2
444	42·5	39 52	12·4	a	a—k5			1,2
445	42·6	40 03	12·2	a	a			1,2
446	42·6	40 11	11 7	a	a,3			1,2
447	42·6	40 34	12·9	c	gc			1,2
448	42·6	41 44	12·8	b	gb			1
449	42·7	38 23	14·6	d	2			2
450	42·7	38 56	13·4	b	2			2
451	42·7	39 27	14·2	c	2			2
452	42·7	41 31	11·8	(a — k5):	a — k5			1
453	42·8	37 51		4	ge			3
454	42·8	38 09	13·1	c	2			2
455	42·8	38 12	13·7	d	2			2
456	42·8	38 23	14 2	a	2			2
457	42·8	39 32	14·1	c	2			2
458	42·8	39 35	14·2	b	2			1,2
459	42·9	38 48	10·1	k5	a — k5,1	18156		2
460	42·9	39 46	13·2	b—c	3			1,2
461	42·9	39 54	11·6	a	gb			1,2
462	42·9	40 57	13·5	b	2,3			1
463	42·9	41 01	14·3	c	2			1
464	42·9	38 23	12·4	a—b	2			2
465	43·0	41 04	13·2	b	2			1
466	43·0	41 45	12·0	k5:	k5:			1
467	43·0	42 10	12·6	b	4			1
468	43·0	37 46		4	ge			3
469	43·1	38 44	13·1	b	c,3			2
470	43·1	38 51	11·0	a,1	a—k5			2
471	43·1	39 21	13·5	c	2			2
472	43·1	40 15	11·7	a	2			1,2
473	43·2	37 53		4	e—k5			3
474	43·2	39 44	14·6	c	2			1,2
475	43·2	41 51	14·0	b	2			1
476	43·3	39 26	14·7	d	2			2
477	42·3	39 56	13·4	b—c	3			2
478	43·3	40 08	10·6	a,1	b	18164		1,2
479	43·3	41 58	14·3	d	2			1
480	43·3	42 06	14·0	c	2			1
481	43·4	38 14	14·4	c	2			2
482	43·4	38 21	14·5	d	2			2
483	43·4	39 40	10·5	a	a,3			1,2
484	43·4	40 15	14·1	c	2			1,2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
485	$19^h43.^m4$	+40°17′	11·5	a	a			1,2
486	43·4	40 40	14·7	c	2			1,2
487	43·4	41 05	12·9	b	gb			1
488	43·5	39 41	14·5	d	2			1,2
489	43·5	40 45	13·5	c	2			1
490	43·5	41 25	12·5	a	a			1
491	43·6	38 09	12·8	b	3			2
492	43·6	39 51	12·3	a:	(a — k5):			1,2
493	43·7	38 20	13·5	b	2			2
494	43·7	40 48	13·6	d	2			1
495	43·7	40 54	14·5	c	2			1
496	43·7	41 28	14·4	c	2			1
497	43·8	38 20	14·5	d	2			2,
498	43·8	39 47	14·3	b	2			1 2
499	43·8	40 31	13·2	c	2			1 2
500	43·9	38 09	11·6	b:,3	b,1			2
501	43·9	38 38	11·0	a,1	k5,1			2
502	43·9	38 43	12·3	a	gb			2
503	45·9	41 26	14·7	e	e,2			1
504	44·0	38 09	12·2	a	b			2
505	44·0	38 50	14·2	a,3	2			2
506	44·0	40 20	14·6	d	2			1,2
507	44·0	40 26	12·8	b	3			1,2
508	44·0	40 32	—,3	a,3	a — k5,1			1,2
509	44 0	42 04	13·7	c	2			1
510	44·1	38 25	11·7	k5	k5,2			2
511	44·1	38 52	12·3	a	a			2
512	44·1	39 14	13·0	b	b—c			2
513	44·1	39 16	13·6	b	c,2		187342	2
514	44·1	42 05	(8·9)	a—k5	4			1
515	44·2	38 35	13·6	c—d	3			2
519	44·2	38 56	14·4	d	2			2
517	44·2	40 27	13·3	b	2			1,2
518	44·2	40 32	13·9	c	2			1,2
519	44·2	38 26	12·1	a	b		18196	2
520	44·4	40 30	10·0	k5	k5:			1
521	44·4	40 31	13·7	c	1			1,2
522	44·4	41 19	12·7	a	a			1
523	44·5	38 10		4	a—k5			3
524	44·5	38 33	11·4	a	a			2
525	44·5	38 52	13·1	b	2			2
526	44·5	39 01	13·2	b	2			2
527	44·5	39 02	13·9	d	2,3			2
528	44·6	39 30	12·4	a—k5	a—k5			2
529	44·6	40 38	14·5	d,3	2		18204	1,2
530	44·7	38 56	9·6	k5	k5			2
531	44·7	39 01	13·7	b	2			2
532	44·7	39 44	14·2	c	2			1,2
533	44·8	38 36	14·0	c	2			2
534	44·8	38 57	10·8	a,1	a			2
535	44·8	39 29	12·7	b	gb			2
536	44·8	40 11	13·0	b	3			1,2
537	44·8	40 36	12·3	b	3			1,2
538	44·9	38 09		4	gc			3

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
539	$19^h44.^m9$	+38°56′	12·4	b	gc			2
540	44·9	40 26	14·2	c	2			1,2
541	45·0	38 50	13·3	c	2			2
542	45·0	40 13	12·7	a	2			1,2
544	45·1	38 50	13·2	b	b			2
544	45·2	39 07	12·5	a	gb,3			2
545	45·2	39 20	13·2	b	3			2
546	45·2	40 33	13·8	c	2			1,2
547	45·3	38 10		4	b—c			3
548	45·3	39 54	14·0	d	2			1,2
549	45·3	40 59	14·5	d	2			1
550	45·4	39 00	12·5	b	gb			2
551	45·4	39 04	12·9	b	a—b			2
552	45·4	39 37	13·2	c	2			1,2
553	45·4	40 20	14·0	c	2			1,2
554	45·5	39 28	10·5	a—k5	a			2
555	45·5	40 28	12·5	b	k:			1,2
556	45·6	40 08	10·8	a	a			1,2
557	45·6	41 31	14·0	a	2			1
558	45·7	38 38	10·4	a — k5,1	a — k5,1	18217		2
559	45·7	39 06	12·5	a	a			2
560	45·7	39 43	10·5	a,1	b	18220		1,2
561	45·8	38 51	13·5	b	2			2
562	45·8	39 10	13·4	c	c,2			2
563	45·8	41 38	11·3	a:,1	2			1
564	45·9	40 18	14·1	d	2			1,2
565	45·9	40 20	13·8	c	2			1,2
566	45·9	41 20	12·1	a	a			1
567	45·9	41 30	13·7	b	2,3			1
568	45·9	41 55	12·9	d	2			1
569	45·0	38 34	13·8	d	2			2
570	46·0	38 43	13·2	b	2			2
571	46·0	39 04	13·4	b	2			2
572	46·0	39 05	14·2	d	2			2
573	46·0	39 40	13·5	b	2			1,2
574	46·0	41 24	13·3	b	gb			1
575	46·1	38 38	13·3	c	3			2
576	46·1	38 40	14·5	d—e	2			2
577	46·2	39 19	12·6	a	gb			2
578	46·2	40 14	14·4	d	2			1
579	46·2	41 46	13·6	d	2			1
580	46·2	41 51	13·2	c	2			1
581	46·3	39 29	12·6	a—b	gb,2			2
582	46·3	39 48	14·5	d	2			1,2
583	46·3	40 29	13·6	a	2,3			2
584	46·3	40 48	10·3	a — k5,1	a			1
585	46·4	38 40	11·6	a — k5,1	3			2
586	46·4	39 31	13·7	b	2			2
587	46·5	38 33	13·6	b	2			2
588	46·5	39 14	12·8	a	a,2			2
589	46·5	40 28	13·5	b	2			2
590	46·5	41 07	13·8	d	2			1,2

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр № 3695	Спектр № 3730	№ по DO	№ по HD	№ фото
591	$19^h46^m.5$	+41°07′	<14·6	d	2			1
592	46·6	38 41	13·2	b,3	b,3			2
593	46·6	40 46	12·6	a	a			1
594	46·7	38 46	13·6	b	2			2
595	46·7	39 09	12·7	a	a			2
596	46·7	39 40	13·3	b	3			1,2
597	46·7	40 36	14·0	c	3			1,2
598	46·8	39 09	13·6	c,3	3			2
599	47·0	38 27	(6·78)	4	a,1		187849	3
600	47·0	39 48	14·2	d	2			1
601	47·0	39 48	12·9	a	2			2
602	47·1	38 46	13 6	d	3			2
603	47·1	39 04	12·8	b	2			2
604	47·1	39 57	14·1	d	2			2
605	47·2	40 36	12·8	b	b			1,2
606	47·2	41 15	13·7	b	b,2			1
607	47·2	41 30	12·8	b	2			1
608	47·3	38 51	13·7	d—e	gd—e			2
609	47·3	40 53	14·3	c	3,2			1
610	47·4	38 34		4	b			3
611	47·4	39 11	13·4	c	3			2
612	47·4	39 16	12·0	k5	a:			2
613	47·4	39 19	13·4	c	2			2
614	47·4	39 41	11·7:	k				2
615	47·5	39 06	12·9	c	2			2
616	47·5	39 39	14·3	d	2			1,2
617	47·6	39 18	13·6:	c	2			2
618	47·6	40 08	13·0	c	gc			1,2
619	47·6	40 24	12·0	a	gb			1,2
620	47·6	40 50	12·8	a—b	gb,2			1
621	47·6	41 16	14·1	c	2			1
622	47·6	41 28	14·3	a	4			1
623	47·7	40 04	10·9	a	a—k5			1,2
624	47·7	40 05	12·7	b	2			1,2
625	47·7	40 49	12·4	a	gb			1
626	47·8	39 56	13·8	b	2			1,2
627	47·8	41 05	13·2	b	2,3			1
628	47·7	41 22	13·8	c	4			1
629	47·9	38 46		4	gc			3
630	47·9	41 23	13·6	a—b	4			1
631	48·1	38 56		4	c			3
632	48·1	39 12	12·6	a	b,3			2
633	48·1	40 13	11·4	a:	a			1,2
634	48·1	40 34	13·8	c	3			1,2
635	48·1	41 04	14·1	c—d	2			1
636	48·1	41 28	12·0	a	4			1
637	48·2	39 07	13·7	c	2			2
638	48·2	39 28	11·8	a	gb			2
639	48·2	39 33	14·0	d	2			1,2
640	48·2	40 57	12·0	a	2			1
641	48·3	39 07	14·0	c	2			2
642	48·3	39 28	12·7	b	3			2
643	48·3	39 46	13·9	c	2,3			1,2
644	48·3	41 20	14·5	c	2			1

Продолжение таблицы 2

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	m	Спектр		№ по		№ фото
				№ 3695	№ 3730	DO	HD	
645	$19^h48^m.4$	$+39°33'$	13·7	d	2			1,2
646	48·5	39 53	12·0	a:	a			1
647	48·5	40 19	10·7	a	a,1			1
648	48·6	39 27	14·3	c	2			2
649	48·6	39 27	13·3	b	2			2
650	48·6	39 28	12·8	a	2			2
651	48·6	41 01	12·2	a	2			1
652	48·7	39 35	14·2	d	2			2
653	48·7	39 55	13·9	c	2			1,2
654	48·8	39 36	13·2	c	2			2
655	48·8	40 16	12·6	b	gc			1,2
656	48·8	40 56	10·3	a	4			1
657	48·9	39 28	13·9	d	2,3			2
658	48·9	40 26	13·9	c	2			1,2
659	48·9	40 46	13·6	b—c	2			1
660	49·1	39 53	12·7	b	b			1,2
661	49·1	40 30	12·5	a	a			1,2
662	49·2	39 36	13·5	d,3	2			2
663	49·2	39 48	14·0	c	2			1,2
664	49·3	39 46	13·9	c	2			1,2
665	49·3	40 29	14·2	d	2			1,2
666	49·4	40 19	12·3	a	2			1,2
667	49·5	40 16	10·8	a,1	4			1,2

Примечания к таблице 2: 1. Передержка, 2. Недодержка, 3. Наложение спектров. 4. Вне поля пластинки.

Критерии спектральной классификации те же, что и в работе [3], но в данном направлении, в отличие от области Cyg IV, оказалось несколько звезд поздних классов, поэтому пришлось добавить подкласс *Me*, соответствующий *M8-M10* (рис. 1). Выявилась также возможность классифицировать звезды подклассов *K5-K9*. Здесь мы их обозначаем как *K5* (рис. 1). Приближенные значения координат, определенных с помощью сетки карт Франклина-Адамса, даны в таблицах 2 и 3 (табл. 2). По номеру в первом столбце таблицы 2 звезду можно отождествить на фото 1, 2, 3, и 4. На фото 4 дан участок скопления, увеличенный по сравнению с фото 1, 2 и 3 примерно в 4 раза. В столбце 6 дается идентификация звезд. Использовались данные каталогов *HD*, *BD* и *DO*, а также работа [4]. 20 звезд каталога *DO* мы не смогли отождествить. Кроме того, несколько M-звезд из разных частей каталога *DO* оказались идентичными (табл. 2, столбец 6). Всего отождествлено 48 *DO*-звезд.

Так как в нашу задачу не входило точное определение звездных величин, то мы воспользовались данными каталога *DO* в целях их приближенных оценок для выявленных нами слабых *M*-звезд. Оценки проделаны Н. А. Липаевой по пластинке № 3695 (4-градусная призма), глазомерно. Сравнивались узкие участки спектров в области 6600—6300 ангстрем (т. е. вне полосы *TiO* 6159) исследованных звезд и звезд DO (табл. 2, столбец 6); приписывая последним в исследованном участке спектра звездные величины определенные в участке 6460—5500 ангстрем. Были привлечены также данные К. А. Бархатовой [2], а имен-

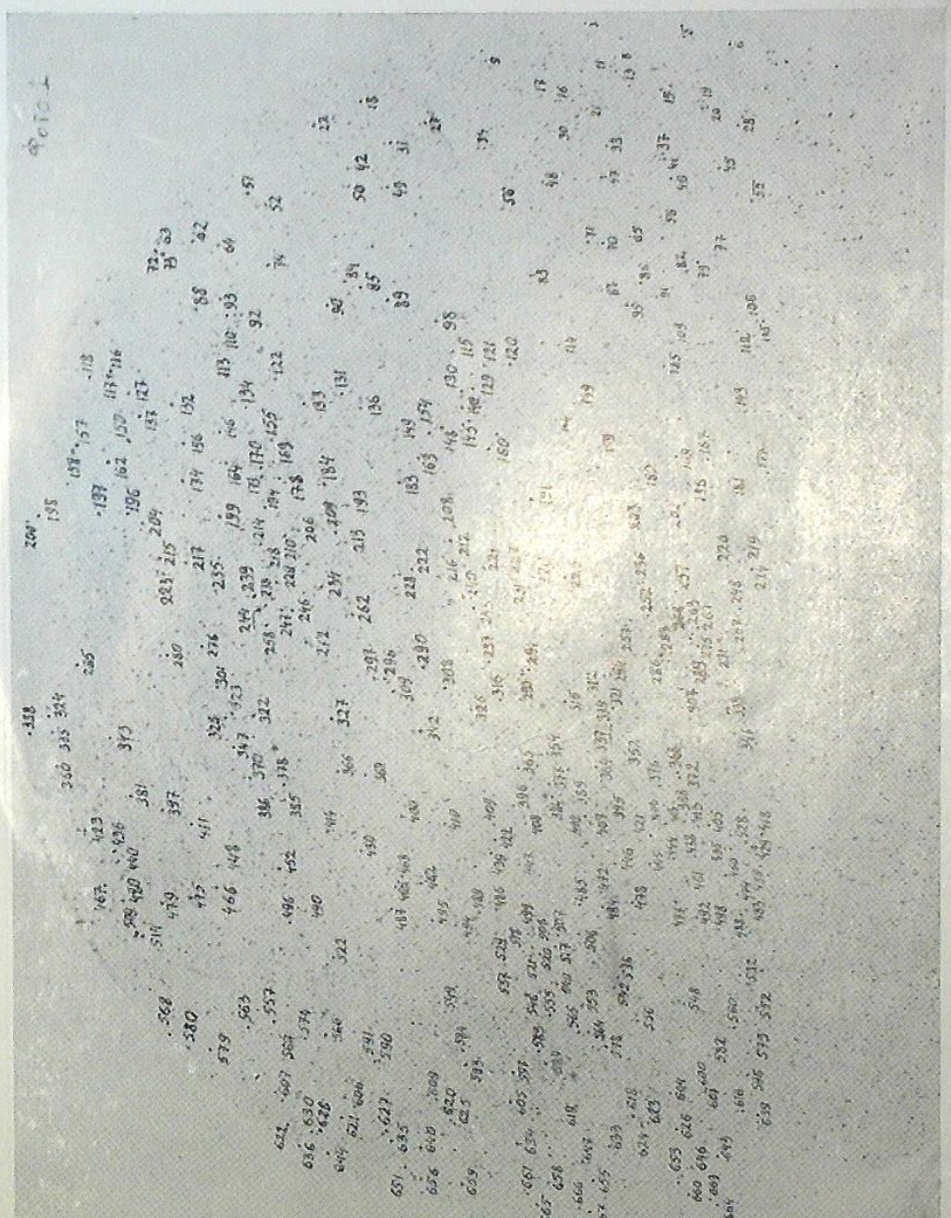
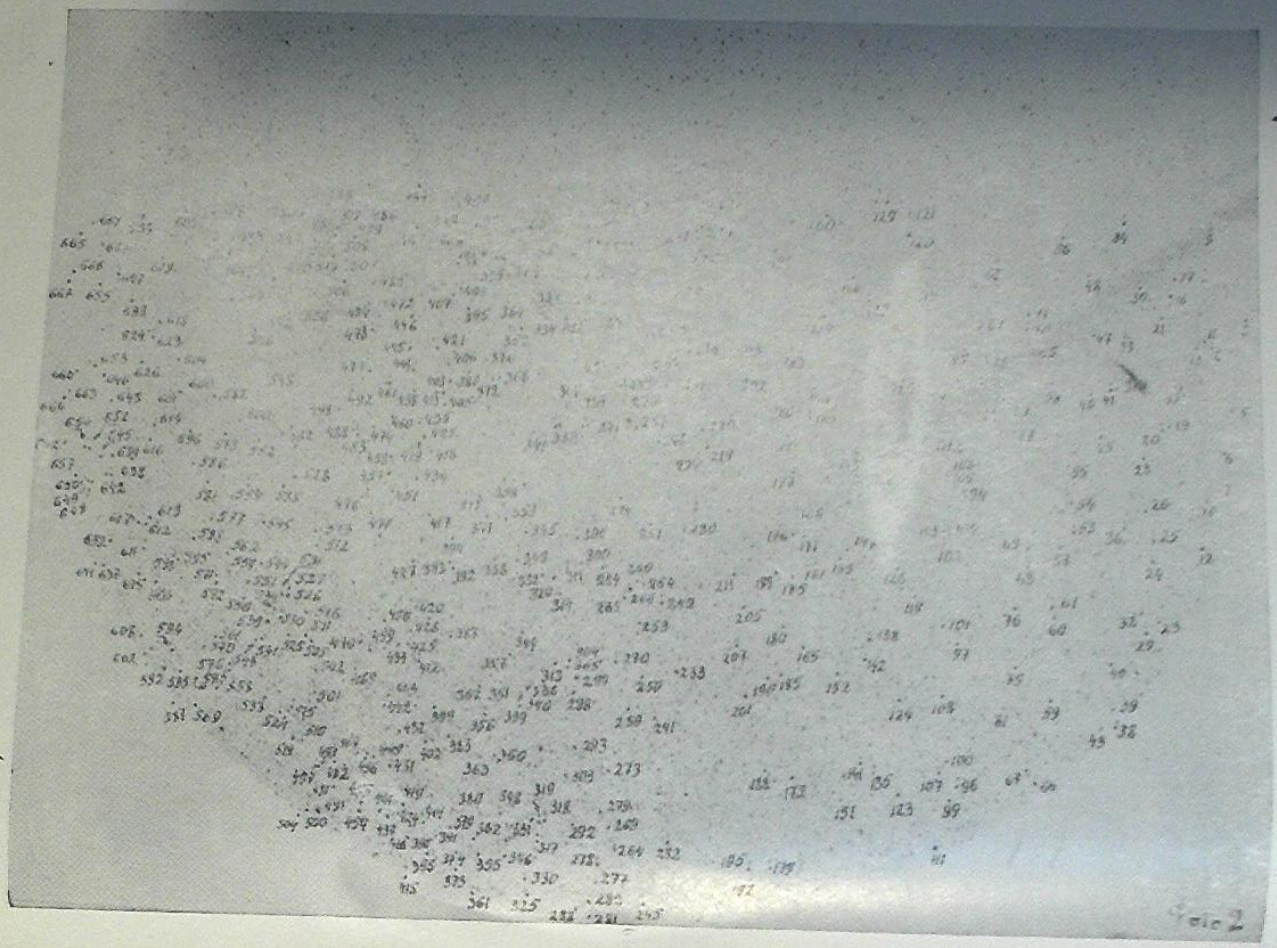


Фото 1



ფოტო 2

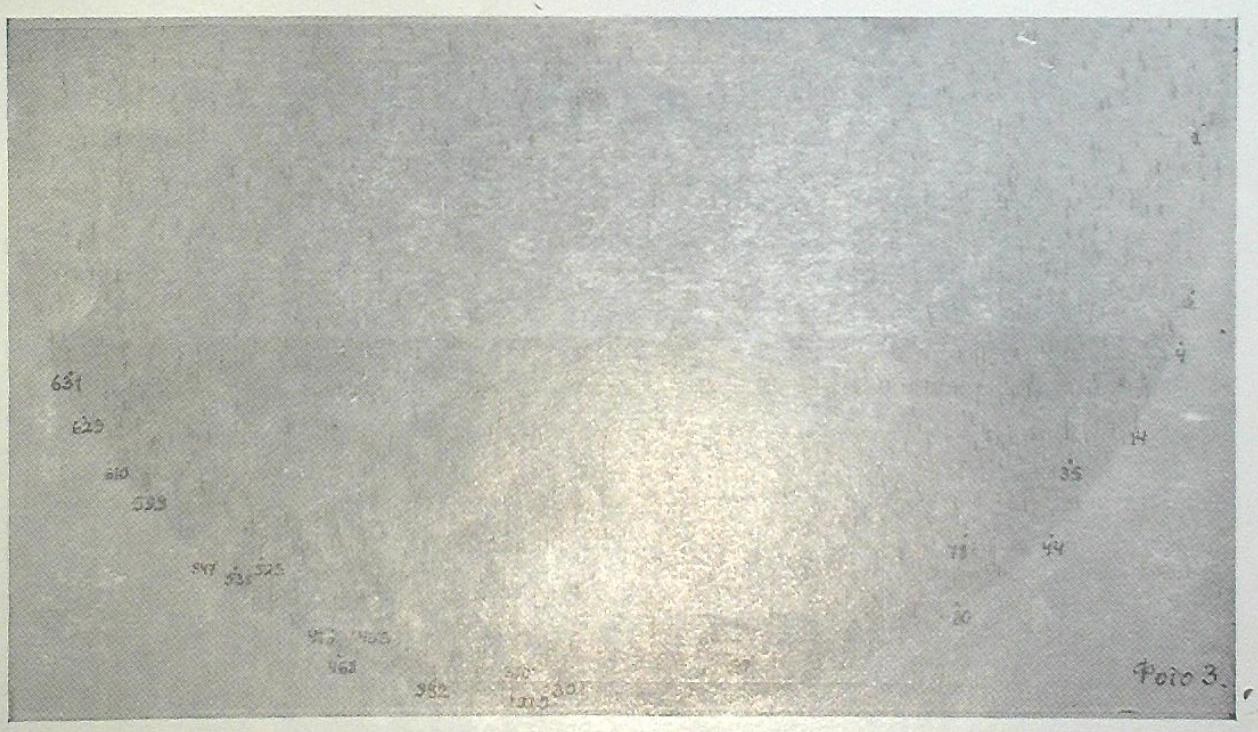


Фото 3

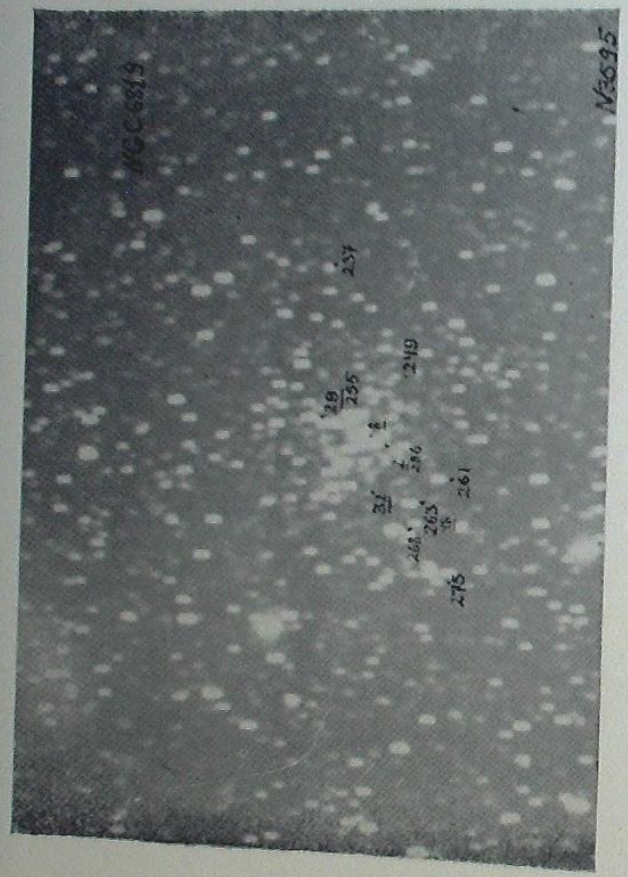


Фото 4

но, — величины V для четырех звезд: 29, 46, 48 и 58. Из них две звезды по значению $B-V$ ($\cong$ 1.65) и нашим спектрам красные, а две другие 46 и 58 — спектрального класса $A0$-$A2$, и можно считать, что показатель цвета для этих двух звезд в исследованном участке спектра также мал.

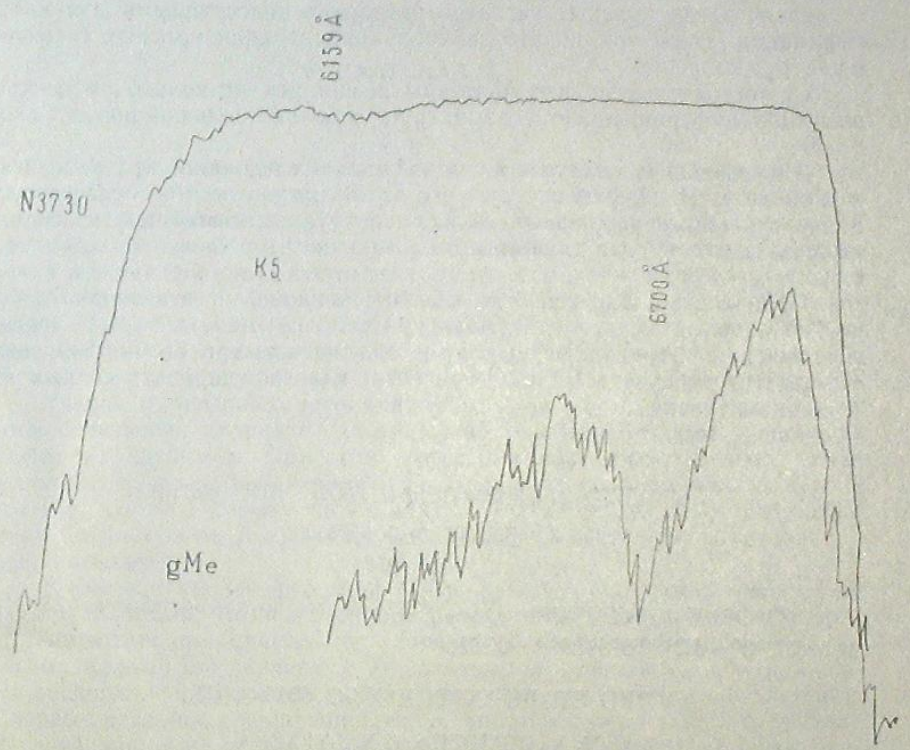


Рис. 1

Приближенные значения звездных величин, определенные в участке спектра 6300—6600 ангстрем, даны в столбце 4 табл. 2. Красные величины их (R для 6720 ангстрем) примерно на 0,3 меньше, а величины B примерно на 2.7—3.0 больше, т. е. в фотографических лучах предельная звездная величина красных звезд для снимков, полученных с 4-градусной призмой, около 18-ой зв .величины.

В скоплении выявилось 7 красных звезд: №№ 249, 255, 256, 261, 263, 268, 275 (фото 4, негатив № 3695). Звезды № 249 и 275, вероятно, звезды поля. Две звезды 255 и 256 мы отождествили со звездами 6 и 20 из списка Барнарда [5]. 3 звезды: 256, 255 и 263 имеются в списке звезд скопления [2]. Это звезды 2,29 и 48 (по данным [2] они имеют B-$V \geqq 1.64$. На фото 4 номера подчеркнуты снизу). Спектры звезд 8 и 32 [2], вероятно, также спектрального класса M, т. к. по [2] B-V равняется 2.07 и 2.75, соответственно, на наших снимках, к сожалению, искажаются спектрами соседних звезд. Спектр звезды 32 выглядит слабее, чем он должен быть

судя по значению V [2]. Так как по нашим спектрам мы не можем выделить звезды гиганты спектральных подклассов *Ma*, а выявленные в скоплении *M*-звезды оказались именно ранними *M*-звездами то, кроме данных, приведенных в [5] и [2], в пользу их принадлежности к скоплению, может говорить тот факт, что все они ярче 13.5 звездной величины (звезды-карлики, принадлежащие к скоплению, на наших снимках оказались на пределе видимости; $V=15-16$ зв. величины). Возможно, что из-за большой плотности звезд в скоплении, особенно в его центре, несколько звезд красных гигантов оказались недоступными для классификации. Несмотря на это заметна концентрация красных гигантов к центру скопления.

То обстоятельство, что *M*-звезды выявились не только в центре, но и на периферии, может указывать на довольно большой возраст скопления.

В дальнейшем желательно продолжить исследование красных звезд в скоплении. На нашем инструменте это возможно или по более низкодисперсным спектрам или же по более крупномасштабным снимкам, получаемым с той же дисперсией (снимки во второй оптической системе).

Сравнение между собой данных репродукций негативов №№ 3695 и 3730 показывает, что для выявления слабых *M*-звезд более выгодно использовать 4-градусную призму и область спектра 6100—6800 ангстрем. В этом случае можно выявить и классифицировать слабые *M*-карлики и гиганты.

Февраль 1964.

წითელი ვარსკვლავები *NGC* 6819-არეში

მ. დოლიძე და ნ. ლიპაევა

(რეზიუმე)

სტატიაში მოყვანილია *NGC* 6819-ის არეში გამოვლენილი 623 *M*—ვარსკვლავის კლასიფიკაციის შედეგები.

RED STARS IN THE *NGC* 6819-AREA

M. V. DOLIDZE and N. LYPAEVA

(Summery)

In the *NGC* 6819—area 623 *M*—stars. are revealed and classified.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатова К. А., Шашкина Л. П. Диаграмма цвет-звездная величина рассеянного скопления NGC 6819. Астрон. Цирк. 1963 № 233, 1.
2. Бархатова К. А., Дронова В. И., Панева Л. И., Шашкина Л. П., Исследование рассеянного звездного скопления NGC 6819. Сборник работ по астрономии Уральск. гос. унив. Вып. 1, 1963, 3. Свердловск.
3. Долидзе М. В., Гусева Н. Н., Ретивая Т. В., Кундзиня Б. А. Красная и инфракрасная спектральная классификация М-звезд по низкодисперсным спектрам в Лебеде IV. Бюлл. Абастум. Астрофиз. обс. 1962, № 28, 137.
4. Neckel H. The Distribution of the BD M-Type Stars along the Galactic Equator. ApJ. 1958, 128, 510.
5. Barnard E. E. Micrometric Measures of Star Clusters. Pub. Yerkes Obs. 1931, 6, 1.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ ЗВЕЗД КРАТНЫХ СИСТЕМ ТИПА ТРАПЕЦИИ

Г. Н. САЛУКВАДЗЕ

Введение

Одним из наиболее важных открытий в советской астрономической науке послевоенного периода явилось открытие В. А. Амбарцумяном звездных систем нового типа, названных им звездными ассоциациями. С ним связано развитие новых идей, относящихся к проблеме происхождения и эволюций звезд и звездных систем, давшее начало интенсивным исследованиям в звездной астрономии, астрофизике и звездной космогонии. При этом многие из наблюдавшихся до того или обнаруженных впоследствии фактов получили новое освещение, а в связи с этим были выдвинуты многие новые наблюдательные и теоретические задачи.

Учение о звездных ассоциациях и разработка связанных с ними космогонических вопросов охватили многие обсерватории в Советском Союзе и за рубежом. При этом возникла необходимость в выполнении дополнительных наблюдений и определений и пополнении наших знаний новыми, до того дефицитными наблюдательными данными. Это относится, в частности, к параметрам, характеризующим скорости расширения ассоциаций.

В числе наиболее интересных и важных теоретических оценок на пути разработки учения о звездных ассоциациях были оценки их возраста, имеющие принципиальное значение, поскольку они приводили к весьма малому его значению. Эти оценки были связаны с обнаружением расширения и определениями скорости расширения ассоциаций. Впервые реальное расширение ассоциаций обнаружил в 1952 году Блау [1], показавший на основе анализа собственных движений 17 звезд, входящих в ассоциацию Персей II, что эта ассоциация расширяется со скоростью 12 км/сек., и что звезды в ней образовались 1.3×10^6 лет назад. В 1953 году Б. Е. Маркарян [2] исследовал собственные движения 17 звезд спектрального класса O-B2 в ассоциации Цефей II и показал, что эта ассоциация расширяется со скоростью 8 км/сек, чему соответствует возраст в 4.5×10^6 лет. В дальнейшем соображение о расширении звездных ассоциаций было подтверждено целым рядом авторов (см., например, [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]).

Поскольку было определено, что возраст ассоциаций по сравнению с возрастом Галактики незначителен, следовал важный вывод о том, что ассоциации являются молодыми системами, а возникновение и развитие звезд происходит и в настоящее время, в нашу эпоху [10, 11]. После того как было установлено, что так называемые О-ассоциации являются неустойчивыми распадающимися системами, особое внимание обращалось на изучение природы звезд, являющихся составными членами ассоциаций. Была установлена важная особенность, заключающаяся в том, что ядрами О-ассоциаций являются открытые скопления

[10]; при этом же была констатирована многочисленность кратных звездных систем в ассоциациях.

В числе таких кратных систем особо были выделены кратные системы типа Трапеции Ориона, составляющие элементы ядер О-ассоциаций и представляющие собой неустойчивые системы, по всей вероятности, с положительной энергией [12]. Как известно, большинство кратных систем состоят из двух близких компонентов и одного далекого компонента (в случае трехкратной системы). Расстояние между двумя близкими компонентами AB очень мало по сравнению с расстояниями AC и BC между ними и третьим компонентом. Существуют кратные системы и другого типа, в которых отношение наибольшего расстояния к наименьшему меньше трех. Кратные системы первого типа определены В. А. Амбарцумяном [13] как кратные системы обыкновенного типа, а кратные системы второго типа — как кратные системы типа Трапеции Ориона. Типичной звездой кратной звезды обыкновенного типа является ε Лиры, а кратной системы типа Трапеции — θ′ Ориона.

В. А. Амбарцумян и Б. Е. Маркарян не только впервые ввели понятие о кратных системах типа Трапеции, но в месте с тем, также и впервые подчеркнули их космогоническое значение. Изучая О-ассоциацию вокруг *P* Лебедя, они обнаружили в ней большое число кратных систем типа Трапеции, на основании чего пришли к выводу, что если не всегда, то во многих случаях звезды возникают кратными системами и компактными звездными скоплениями [12].

Ввиду того, что мы практически наблюдаем не реальную в пространственном смысле конфигурацию кратных звезд, а полученную в результате проектирования на небесную сферу, может случиться, что кратную систему обыкновенного типа примем за кратную систему типа Трапеции и наоборот. В. А. Амбарцумян [14] теоретически вычислил вероятность «превращения» кратной системы обыкновенного типа в систему типа Трапеции. Эта вероятность в случае трехкратной системы равна 0.07. Таким образом 7% всех звезд, являющихся системами обыкновенного типа, в проекции представляются как системы типа Трапеции. В случае четырехкратной системы это число составляет 10, а в случае систем с большим числом составляющих оно не больше, чем 14.

Статистическое изучение кратных систем [15] на основе каталога двойных звезд Эйткена [16] показало, что среди систем, главные звезды которых относятся к спектральным классам A—K, существование кратных систем типа Трапеции мало вероятно, а среди кратных звезд, главные звезды которых имеют спектральные классы O-B, реальные Трапеции составляют очень большой процент. Таким образом, реальные системы типа Трапеции встречаются в виде групп молодых звезд. Это соображение В. А. Амбарцумяна было подтверждено работой Шарплесса [17], который на основании фотографий, полученных на обсерватории Маунт Вильсон, обнаружил несколько новых кратных систем типа Трапеции, имеющих спектральные классы более ранние, чем O9.

В обычных кратных системах движение компонентов кеплеровское. Ясно, что такое движение может длиться весьма продолжительное время, и поэтому подобные системы устойчивы. Кратные системы обыкновенного типа составляют большую часть всех кратных звезд. Кратные системы типа Трапеции похожи на открытые скопления, отличаясь от них только тем, что в них число звезд меньше. Время распада открытых скоплений зависит от числа звезд.

Применив формулу определения времени релаксации для среднего времени распада кратных систем, полная энергия которых отрицательна, В. А. Амбарцумян получил 2×10^6 лет. Это значит, что кратная система типа Трапеции успеет распаться, пока каждая звезда, входящая в нее, успеет совершить несколько оборотов [13]. В. А. Амбарцумян предполагает, что полная энергия многих кратных систем Трапеции положительна, но существующий в наше время наблюдательный материал не дает возможности решить этот очень важный вопрос. Вывод В. А. Амбарцумяна о положительности полной энергии был подтвержден работой П. П. Паренаго [17, 18, 19, 20], использовавшего очень большое число измерений (свыше тысячи) кратной системы Трапеции Ориона, выполненных за 120 лет, (1820—1940). Для полной энергии системы он получил положительное значение, на основании чего был сделан вывод, что кратные системы типа Трапеции являются молодыми системами, возраст которых оценивается несколькими десятками тысяч лет. При этом, однако, получались иной раз и противоречащие выводу П. П. Паренаго результаты [21], что лишний раз свидетельствовало о трудности задачи, которая требовала обогащения наблюдательными данными.

Б. Е. Маркарян [22, 23] установил, что кратные системы типа Трапеции, главные звезды которых принадлежат спектральным классам O-B, являются ядрами открытых скоплений типа *O* (по его же классификации) и играют очень важную, структурную и эволюционную роль. Поскольку *O*-скопления являются молодыми образованиями, этот факт еще раз свидетельствует о молодости кратных систем типа Трапеции. В подтверждение Шарплесс [17] установил тесную связь кратных систем типа Трапеции со скоплениями типа *O* и с диффузными туманностями.

Таким образом, как видим, кратные системы типа Трапеции приобрели особое физическое значение и их изучение представляет огромный интерес для задач космогонии.

В связи с этим очень важной задачей является, в частности, чисто наблюдательное рассмотрение расширения кратных систем типа Трапеции. А в этом отношении необходимы в первую очередь прецизионные измерения взаимных положений компонентов кратных звездных систем, обнаружение их относительных движений [13, 24, 25]. Важны также и статистические исследования распределения их физических характеристик, определяемых фотометрическими и спектральными данными. Это может явиться дополнительным средством изучения физической природы и вопросов происхождения и развития этих систем.

Мы, в Абастуманской астрофизической обсерватории, в конце 1958 года приступили к планомерным наблюдениям избранных кратных систем типа Трапеции. Наша задача заключалась в определении относительных положений, звездных величин составляющих звезд и, по мере возможности, в определении спектральных классов. Наблюдательный фотографический материал, послуживший для определения относительных положений и звездных величин, накоплен в главном фокусе 40-см рефрактора Абастуманской астрофизической обсерватории, потребовавшего в связи с данной задачей некоторой реконструкции в части фотографической камеры [26].

Кратные системы, включенные в нашу программу наблюдений выбирались соответственно нашим инструментальным возможностям из списка [13], изучение систем которого по мнению В. А. Амбарцумяна представляет первоочередной интерес. Это были следующие системы: ADS 307, 423, 1209, 1823, 1877, 2135, 2984, 3579, 3940, 4962, 5008, 6366, 10489, 10637, 11168, 11179, 13117, 14338, 14831, 14969, 15184, 15679, 16095, 16474.

Для перечисленных систем мы составили на основе наших же наблюдений и определений каталог астрономических, колориметрических и спектральных характеристик.

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

§ 1. Наблюдения

Методика фотографических наблюдений двойных звезд подробно изложена в работах П. К. Штернберга и Е. Герцшпрунга [27, 28, 29].

Со времени работ П. К. Штернберга и Е. Герцшпрунга точность измерений двойных звезд сильно повысилась. Этим и объясняется то обстоятельство, что стало возможным успешное осуществление астрометрических исследований многих физических систем [30, 31, 32, 33, 34, 35].

Для достижения должной точности измерений необходимо для каждой двойной или кратной звезды иметь достаточное количество фотопластинок с большим числом изображений. Эти условия выполняемы только для ярких пар, поскольку фотографические наблюдения в большинстве случаев ведутся на рефракторах с относительными отверстиями 1/15—1/18, а рефракторы обладают известным недостатком, который заключается в их малой проницающей силе. Практически, для крупнейшего рефрактора Иеркской обсерватории предельной оказывается всего лишь 10-ая звездная величина, когда требуется большое число изображений на одной пластинке [36]. Естественно, что для рефрактора, которыми мы располагали для работы, предельная звездная величина еще меньше.

Ввиду того, что выбранные нами кратные звезды слабые, в большинстве случаев на одной пластинке мы получали по одному изображению. Однако, для ряда сравнительно ярких систем: ADS 1877, 3579, 3940, 11168, 13117, 14831, 15184, 16095, 16474, на одной пластинке мы получали от двух до девяти изображений, размещая при этом изображения движением пластинодержателя (кассеты) фотографической камеры в направлении, перпендикулярном оптической оси.

Все снимки были получены на пластинках «Агфа Спектраль Платтен Гельб Рапид» с желтым фильтром ЖС18. Эффективная длина волны для этой комбинации равна 5500 ангстрем.

Качество изображений на пластинке, особенно для тесной пары, очень сильно зависит от условий наблюдений и от хорошей работы часового механизма телескопа. Поэтому, все фотоснимки осуществлялись при хороших атмосферных условиях вблизи меридиана, на малых зенитных расстояниях и только зенитные расстояния для снимков систем ADS 5008, 10489, 11168 имели большие значения, поскольку сами системы расположены на больших отрицательных склонениях — около 20°. Перед наблюдением всегда тщательно выверялся ход работы часового механизма.

Важным условием для получения хороших фотографий двойных или кратных звезд является правильный выбор экспозиции, особенно когда компоненты сильно различаются по блеску и по цвету, поскольку как недодержанные, так и передержанные изображения измеряются неточно.

Для выбора экспозиции, в случае яркой системы, фотографировались ряды изображений кратной звезды с различными выдержками в зависимости от расстояния и блеска слабого компонента. В случае слабой системы тоже заранее определялись оптимальные экспозиции. Таким образом, программные снимки звезд производились с уже уточненными экспозициями.

Для ориентации на фотопластинке, на каждой из них фотографировалась яркая ($m<5$) близэкваториальная звезда ($\delta<+30°$) при выключенном часовом механизме.

Пластинки мы проявляли неизменно в проявителе К. В. Чибисова. Продолжительность проявления мы выдерживали всегда 8 минут, при температуре проявителя $+18°C$.

Всего для 24 кратных систем типа Трапеции были получены 102 пластинки. 78% пластинок получены при часовом угле ± 10—20 минут.

В таблице 1 приводится список использованных фотографий с указанием условий наблюдений.

§ 2. Измерения фотопластинок

Все негативы были измерены на координато-измерительной машине КИМ-3*, в двух положениях, отличающихся друг от друга на 180°, с применением реверсионной призмы, поскольку измерения с реверсионной призмой в одном положении вносят некоторые систематические ошибки в определения позиционного угла двойных звезд [37, 38].

Измерялись изображения правильной формы. Изображение звезды ставилось в квадрат измерительной сетки прибора.

Ориентирование пластинки производилось по следу близэкваториальной звезды длиною 6—8 см. След устанавливался параллельно оси OX. Ориентировка осуществлялась с точностью, по крайней мере, до 2′. С подобной точностью ориентированы пластинки в измерительном приборе у других авторов [37, 39].

В измеренных координатах поправки за ошибки шкал измерительного прибора не учитывались вследствие малости измеренных расстояний.

Вследствие того, что в основном пластинки были получены в небольших часовых углах и расстояния между компонентами небольшие, учет дифференциальной рефракции производился по упрощенным формулам вида [40]:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \sin 1'' k_3\, x + \beta \sin k_1 (k_2 - \operatorname{tg}\delta)\, y \\ \Delta y &= \sin 1'' k_1 (k_2 + \operatorname{tg}\delta) + \beta \sin 1'' k_4 y \end{aligned} \qquad (1)$$

Коэффициенты K_1 и K_2 вычисляются из основных формул параллактического треугольника, образованного полюсом, зенитом и оптическим центром пластинки, причем они являются идеальными координатами проекции зенита на плоскость пластинки где ξ — истинное зенит-

$$k_1 = \operatorname{tg}\varsigma \sin q,$$
$$k_2 = \operatorname{tg}\varsigma \cos q,$$

---

* Подробное описание исследования нашего экземпляра машины см. в Бюлл. Абастуманской астрофизической обсерватории № 30.

Таблица 1

№ п/п.	№ ADS	№ пластинки	Дата снимка	Число изобр.	Экс. в мин.	Часовой угол	Зенит. расст.	Температура воздуха в башне
1	307	5887	29·X·1959	1	27	-0^h30^m	20°43′	+ 5°C
2		6305	17·X·1960	1	60	−0 16	20 22	+13
3		6493	8 IX·1961	1	45	0 00	20 14	+12
4		6514	6·X·	1	45	+0 03	20 14	+ 5
5	423	6239	24·IX·1960	1	5	−1 34	25 25	+13
6		6240	24·IX·	1	15	−1 22	24 31	+13
7		6253	29·IX·	1	6	+1 41	25 50	+ 9
8		6255	29·IX·	2	3;6	+1 46	26 24	+ 9
9		6502	20·IX·1961	1	30	+0 41	22 13	+ 6
10		6509	6·X·	1	35	+0 09	21 25	+ 3
11								
12	1209	6246	25·IX·1960	1	15	+0 42	20 21	+ 8
13		6307	17 IX·	1	45	+1 09	21 29	+13
		6487	7·IX·1961	2	2;15	−0 19	18 54	+ 9
14		6494	9·IX·	1	30	+0 05	18 45	+12
15		6510	6·X·	1	25	+0 06	18 46	+ 3
16		6515	7·X	1	25	+0 01	18 44	+ 5
17	1823	5956	30·XI1959	1	5	−1 25	15 53	− 6
18		6271	30 IX1960	1	20	−1 53	21 04	+10
19		6272	30·IX	1	7	−2 09	24 00	+10
20		6306	17·X	1	45	+0 48	9 05	+13
21	1877	6221	22·IX·1960	2	4;8	−1 56	25 43	+13
22		6495	9·IX·1961	6	2—5	+0 03	18 43	+12
23		6503	20 IX	4	4—9	+0 02	18 43	+ 6
24	2135	5926	31·X·1959	1	45	+0 20	31 05	+ 7
25		6309	18 X 1960	1	45	+2 07	34 30	+13
26		6511	6·X·1961	1	45	0 00	30 59	+ 3
27		6534	5·XII	1	45	+0 20	31 05	+ 4
28		6748	29 X. 1962	1	45	−0 25	32 12	+11
29	2984	6314	19·X·1960	1	30	−1 57	26 49	
30		6335	26·X	1	30	+0 17	20 39	+13
31		6504	20·IX·1961	1	25	−0 12	20 35	+10
32		6514	14·X	3	5;6;7	+0 28	20 55	+ 5
33		6522	19·X	5	по −5	+0 23	20 46	+ 8
34		6535	5·XII	1	25	+0 04	20 30	+ 5
35	3579	5896	30·X·1959	1	10	−1 41	34 57	+ 4
36		6520	14·X·1961	4	3—5	+0 26	27 52	+ 3
37		6523	19·X	4	по −3	+0 46	29 03	+ 8
38		6536	5·XII	5	по −4	+0 11	27 24	+ 5
39	3940	6327	22·X·1960	1	15	−1 13	15 00	+ 4
40		6328	22·X·	2	по −5	−0 53	13 07	+10
41		6521	14·X·1961	5	3—5	+0 44	11 47	+10
42		6537	5·XII	6	по −3	−0 16	8 35	+ 8
43		6542	6·XII	5	по −5	+0 17	8 35	+ 4
44	4762	6538	5·XII·1961	1	45	+0 50	23 02	+ 3
45		6543	6·XII	1	45	+0 09	20 40	+ 4
46								+ 3
47	5008	5959	1·XII·1959	1	30	+0 06	57 43	
48		6000	27·I·1960	1	30	+0 34	58 13	− 7
49		6585	1·II·1962	1	34	+0 39	58 21	− 8
50		6588	2·II	1	60	+0 28	58 03	− 1
		6589	3·II	1	34	+0 30	58 06	− 1
								− 1

Продолжение таблицы 1

№ п/п.	№ ADS	№ пластинки	Дата снимка	Число изобр.	Экс. в мин.	Часовой угол	Зенит. расст.	Температура воздуха в башне
51	6366	6393	11·I·1961	1	45	-1^h12^m	44°39′	0°
52		6539	5·XII	1	45	−0 17	41 46	+ 4
53		6544	6·XII	1	45	0 00	41 35	+ 3
54		6569	13·I·1962	1	48	+2 10	52 10	− 7
55		6570	13·I	1	5	+2 55	57 15	− 7
56	10489	6642	25·VI· 1962	1	35	+0 37	58 03	+16
57		6643	29·VI·	1	48	+0 03	57 27	+18
58		6644	28·VI·	1	45	+0 15	57 32	+16
59		6647	29·VI·	1	44	+0 19	57 35	+16
60	10637	6131	16·VIII·1960	1	30	+1 20	23 22	+17
61		6507	3·X·1961	1	40	+3 17	43 39	+ 7
62		6651	30·VI·1962	1	45	+0 31	17 32	+15
63		6653	1·VII	1	35	0 00	16 19	+17
64		6670	6·VII	1	45	+0 27	17 15	+18
65	11168	6102	29·VIII·1960	1	5	+0 56	61 56	+15
66		6111	30 VII·	1	6	+0 59	62 05	+14
67		6648	29·VI·1962	3	по −5	+0 29	60 56	+16
68		6652	30·VI·	3	по −4	+0 31	60 58	+15
69		6654	2 VII	3	3;7	+0 12	60 53	+17
70		6659	3·VII	4	по −6	+0 22	60 47	+18
71		6668	5·VII	5	по −4	+0 16	60 41	+17
72	11179	6645	28 VI·1962	1	30	+0 20	4 02	+16
73		6649	29·VI	1	45	+1 20	14 58	+16
74		6655	1·VII	1	34	+0 50	9 20	+17
75		6671	6·VII	1	45	+0 53	9 31	+18
76	13117	6170	20·VIII·1960	1	15	+0 22	12 22	+18
77		6480	3·IX·1961	2	8;10	+0 25	12 36	+13
78		6482	5·IX·	4	8—12	+0 10	11 43	+11
79		6485	6·IX·	3	по—15	−0 09	11 42	+13
80		6646	28·VI·1962	3	по—15	+0 10	11 46	+14
81		6663	3·VII·	1	15	+1 21	19 59	+16
82		6669	5·VII·	2	по—16	−0 32	13 14	+17
83	14338	6108	29·VII·1960	1	31	+0 53	13 31	+23
84		6488	7·IX·1961	1	33	+0 03	8 36	+16
85		6650	29·VI·1962	1	30	−0 04	8 36	+13
86	14831	6481	3·IX·1961	3	7—11	+0 34	9 40	+13
87		6483	5·IX·	3	6—8	+0 04	7 01	+11
88	14969	6132	16·VIII·1960	1	31	−1 13	13 16	+17
89		6489	7·IX·1961	1	30	+0 35	8 33	+13
90		6491	8·IX·	1	30	−0 01	5 10	+14
91	15184	6486	6·IX·1961	9	1—6	−0 11	15 46	+ 9
92		6513	8·X	6	1—3	+0 08	15 38	+ 7
93	15679	6296	15·X·1960	1	60	+2 08	23 22	+10
94		6505	1·X·1961	3	4—6	−0 58	10 56	+ 8
95		6508	3·X·	3	7—9	+0 05	3 02	+ 7
96		6512	6·X·1962	2	8;10	+0 07	3 14	+ 7
97	16095	6484	5·IX·1961	5	4—9	−0 07	2 17	+11
98		6492	8·IX	4	4—6	+0 06	2 17	+14

Продолжение таблицы 1

№ п/п.	№ ADS	№ пластинки	Дата снимка	Число изобр.	Экс. в мин.	Часовой угол	Зенит. расст.	Температура воздуха в башне
99	16474	6487	6·IX·1961	3	6—11	$+0^h02^m$	13°19′	+13°
100		6490	7·IX	2	4:5	+0 06	13 22	+13
101		6506	1·X	3	5—9	+0 01	13 19	+ 7
102		6513	6·X	3	4—7	+0 08	13 20	+ 5

ное расстояние центра пластинки для середины экспозиции, q — параллактический угол при центре пластинки для того же момента.

K_1 и K_2 для контроля вычислялись также по формулам [41]:

$$k_1=\operatorname{tg} t\cos d\sec(d-\delta_0)$$
$$k_2=\operatorname{tg}(d-\delta_0),\ \operatorname{tg} d=\operatorname{tg}\varphi\sec t.$$

Здесь t—часовой угол для центра пластинки; φ—широта места. Величины K_3 и K_4 вычисляются из соотношения:

$$k_3=1+k_1^2,\qquad k_4=1+k_2^2.$$

Вводя обозначения:

$$A=\beta\sin 1''k_3,\ B=\beta\sin 1''k_1(k_2-\operatorname{tg}\delta),$$
$$C=\beta\sin 1''k_1(k_2+\operatorname{tg}\delta)\ \text{и}\ D=\beta\sin 1''k_4$$

формулы (1) можно переписать в виде:

$$\Delta x=Ax+By,$$
$$\Delta y=Cx+Dy.$$

Формулами (1) можно пользоваться в тех случаях, когда ориентация пластинок осуществляется по звездам, в случаях же ориентаций по следам они принимают более простой вид, на что нам указал А. А. Киселев.

В работах [37, 42] для нахождения коэффициентов A, B, C, D составлены таблицы. Мы поступили аналогичным образом (таблица 2). Коэффициенты A, B, C, и D вычислены для следующих часовых углов. 0, 1, 2 и 3 часа и различных склонений от — 20° до + 60°, через каждые 10°. Для этих же коэффициентов были составлены графики, которые даются на рисунках 1, 2, 3, 4.

С помощью таблицы 2 и графиков учет дифференциальной рефракции можно производить с точностью ± 0″. 001.

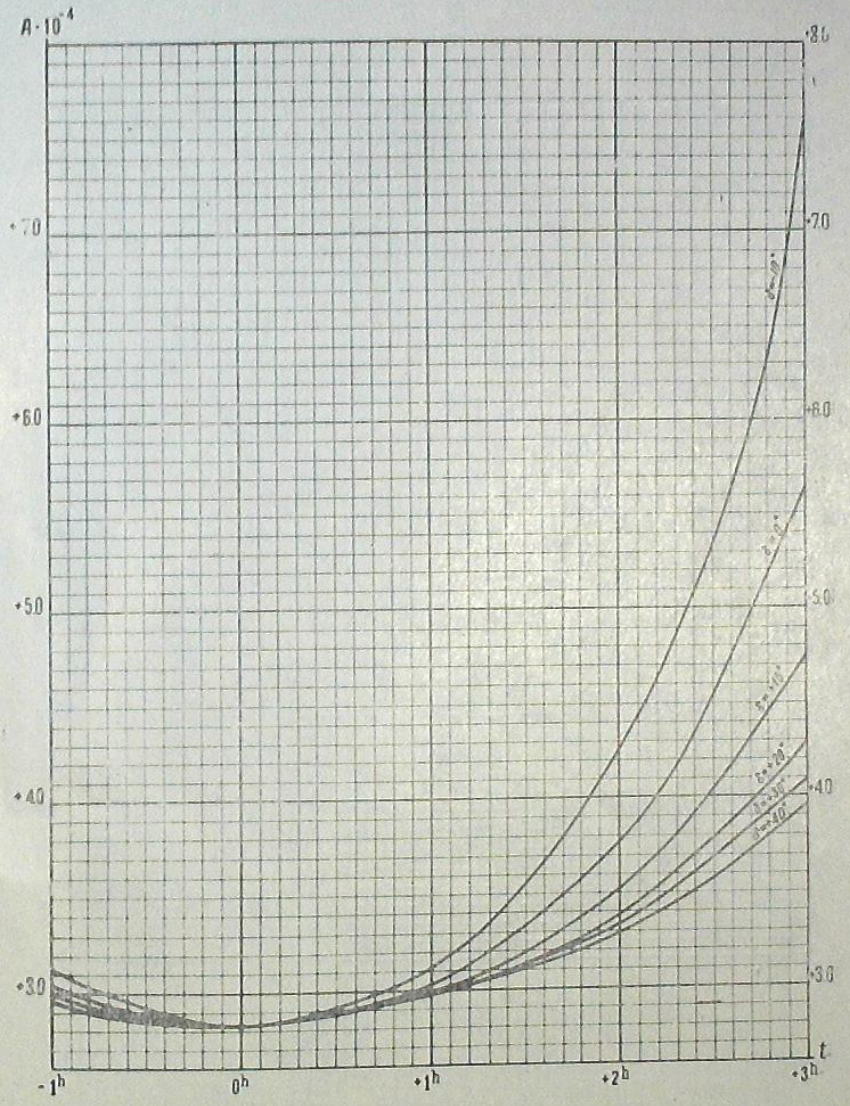


Рис. 1

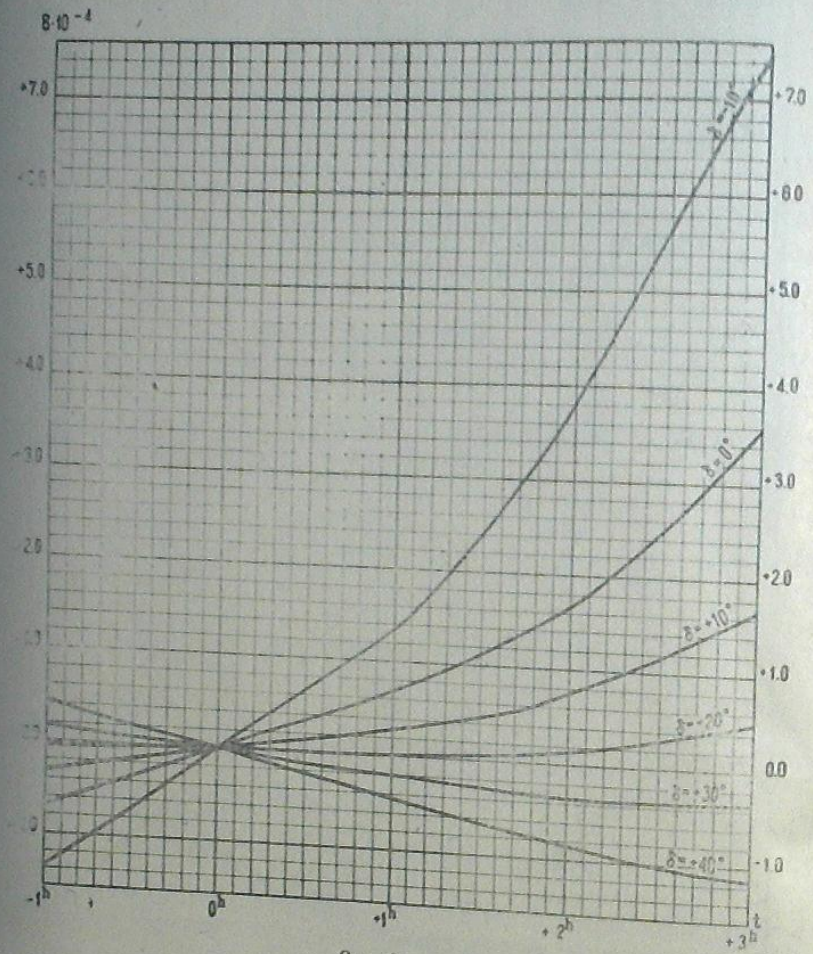

B·10⁻⁴
+7.0
+5.0
+4.0
+3.0
+2.0
+1.0
0.0
-1.0
δ=+10°
δ=0°
δ=+10°
δ=+20°
δ=+30°
δ=+40°
-1ʰ
0ʰ
+1ʰ
+2ʰ
+3ʰ
t

Рис. 2

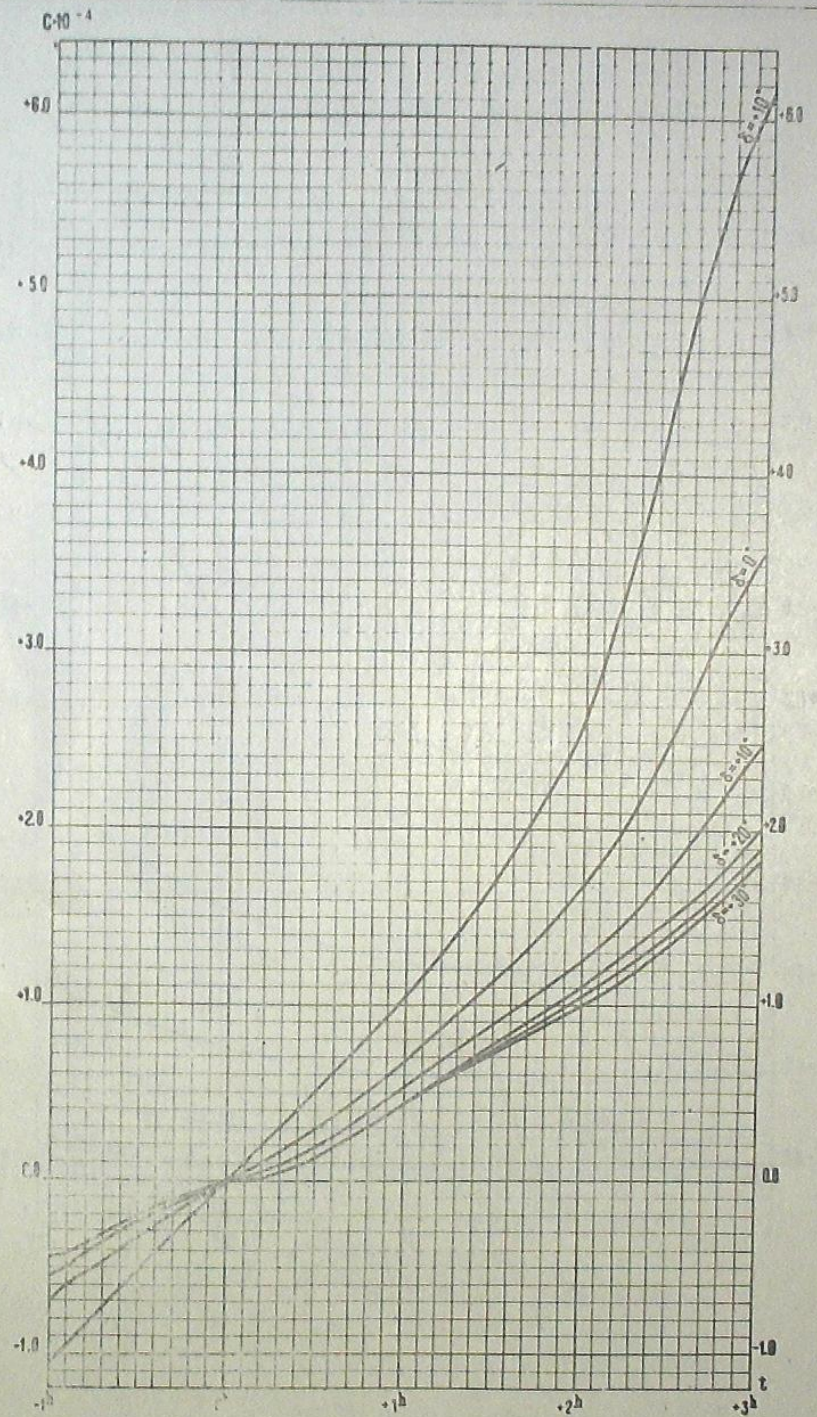

C·10⁻⁴
+6.0
+5.0
+4.0
+3.0
+2.0
+1.0
0.0
-1.0
δ=+10°
δ=0°
δ=+10°
δ=+20°
δ=+30°
+1ʰ
+2ʰ
+3ʰ
t

Рис. 3

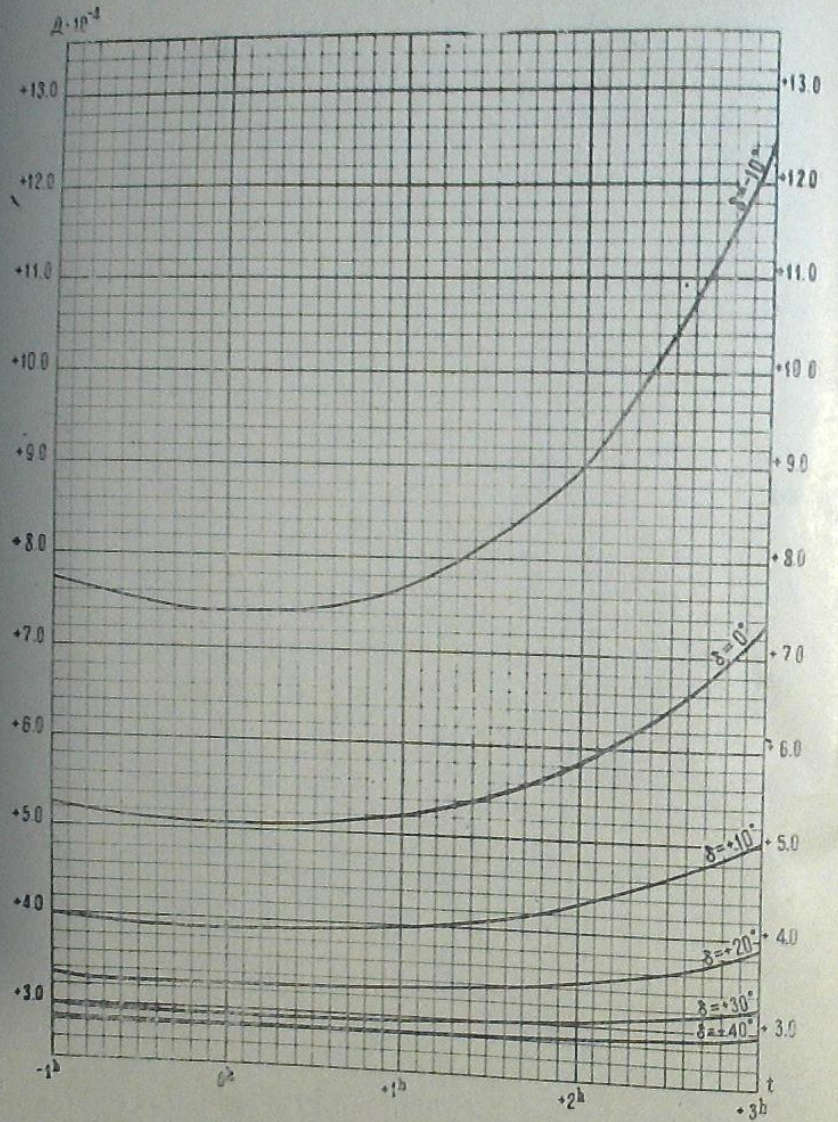


Рис. 4

Таблица 2

Таблица коэффициентов A и B для учета линейных членов дифференциальной рефракции

δ	t=−1ʰ				t=0ʰ			t=+1ʰ				t=+2ʰ				t=+3ʰ			
	A	k_3	B	$k_1(k_2-tg\delta)$	A	$k_3=1$	B	$K_1=0$	A	k_3	B	$k_1(k_2-tg\delta)$	A	k_3	B	$k_1(k_2-tg\delta)$	A	k_3	B	$k_1(k_3-tg\delta)$
−20°	1·185			−0·990					1·185			0·990	1·9665			2·551	4·8714			6·632
	3·334	10^{-4}	−2·786	10^{-4}	2·814	10^{-4}	0		3·334	10^{-4}	2·786	10^{-4}	5·534	10^{-4}	7·178	10^{-4}	13·708	10^{-4}	18·662	10^{-4}
−10°	1·106		−0·485						1·106		0·485		1·5129		1·182		2·7064		2 648	
	3·122	10^{-4}	−1·369	10^{-4}	2·823	10^{-4}	0		3·122	10^{-4}	1·369	10^{-4}	4·271	10^{-4}	3·337	10^{-4}	7·640	10^{-4}	7·475	10^{-4}
0°	1·072		−0·248						1·072		0·248		1·3332		0·595		2·0008		1·263	
	3·029	10^{-4}	−0·701	10^{-4}	2·826	10^{-4}	0		3·029	10^{-4}	0·701	10^{-4}	3·768	10^{-4}	1·681	10^{-4}	5·652	10^{-4}	3·569	10^{-4}
+10°	1·055		−0·109						1·055		0·109		1·2462		0·271		1·6906		0·592	
	2·982	10^{-4}	−0·308	10^{-4}	2·827	10^{-4}	0		2·982	10^{-4}	0·308	10^{-4}	3·523	10^{-4}	0·766	10^{-4}	4·779	10^{-4}	1·674	10^{-4}
+20°	1·046		−0·012						1·046		0·012		1·1996		0·054		1·5316		0·183	
	2·958	10^{-4}	−0·034	10^{-4}	2·828	10^{-4}	0		2·958	10^{-4}	0·034	10^{-4}	3·392	10^{-4}	0·153	10^{-4}	4·331	10^{-4}	0·518	10^{-4}
+30°	1·041		−0·071						1·041		−0·071		1·1748		−0·122		1·4461		−0·121	
	2·945	10^{-4}	−0·201	10^{-4}	2·829	10^{-4}	0		2·945	10^{-4}	−0·201	10^{-4}	3·324	10^{-4}	−0·345	10^{-4}	4·091	10^{-4}	−0·342	10^{-4}
+40°	1·039		0·154						1·039		−0·154		1·1634		−0·298		1·4021		−0·402	
	2·939	10^{-4}	0·436	10^{-4}	2·829	10^{-4}	0		2·939	10^{-4}	−0·436	10^{-4}	3·291	10^{-4}	−0·843	10^{-4}	3·966	10^{-4}	−1·137	10^{-4}
+50°	1·039		0·262						1·039		−0·262		1·1625		−0·510		1·3858		−0·723	
	2·939	10^{-4}	0·741	10^{-4}	2·829	10^{-4}	0		2·939	10^{-4}	−0·741	10^{-4}	3·289	10^{-4}	−1·443	10^{-4}	3·920	10^{-4}	12·045	10^{-4}
+60°	1·042		0·421						1·042		−0·421		1·1719		−0·822		1·3939		−1 179	
	2·948	10^{-4}	1·191	10^{-4}	2·829	10^{-4}	0		2·948	10^{-4}	−1·191	10^{-4}	3·315	10^{-4}	−2·325	10^{-4}	3·943	10^{-4}	−3·335	10^{-4}

Продолжение таблицы 2

Таблица коэффициентов C и D для учета линейных членов дифференциальной рефракции

δ	$t=-1^h$			$t=0^h$			$t=+1^h$			$t=+2^h$			$t=+3^h$		
	C	$k_1(k_2+tg\delta)$	D	k_4	C	$k_1(k_2+tg\delta)$	D	k_4	C	$k_1(k_2+tg\delta)$	D	k_4	C	$k_1(k_2+tg\delta)$	D	k_4
−20°	0·678	−1·908 10⁻⁴	13·417 10⁻⁴	4·768	0	4·464	0·678	4·768		1·835	5·977			5·200		10·041
	−0·370		2·728	12·562 10⁻⁴		12·562 10⁻⁴	1·908 10⁻⁴	13·417 10⁻⁴		5·164 10⁻⁴	15·820·10⁻⁴			14·633 10⁻⁴		28·255 10⁻⁴
−10°	−1·044 10⁻⁴		7·701 10⁻⁴	2·609	0	2·609	0·370	2·728		0·930	3·174			2·188		4·425
	−0·248		1·854	7·365 10⁻⁴		7·365 10⁻⁴	1·044 10⁻⁴	7·701 10⁻⁴		2·625 10⁻⁴	8·960 10⁻⁴			6·177 10⁻⁴		12·494 10⁻⁴
0°	−0·701 10⁻⁴		5·239 10⁻⁴	1·796	0	1·796	0·248	1·854		0·595	2·062			1·263		2·594
	−0·192		1·414	5·075 10⁻⁴		5·075 10⁻⁴	0·701 10⁻⁴	5·239 10⁻⁴		1·681 10⁻⁴	5·827 10⁻⁴			3·569 10⁻⁴		7·331 10⁻⁴
+10°	−0·543 10⁻⁴		3·997 10⁻⁴	1·383	0	1·383	0·192	1·414		0·446	1·523			0·885		1·790
	−0·167		1·176	3·910 10⁻⁴		3·910 10⁻⁴	0·543 10⁻⁴	3·997 10⁻⁴		1·261 10⁻⁴	4·306 10⁻⁴			2·502 10⁻⁴		5·060 10⁻⁴
+20°	−0·472 10⁻⁴		3·325 10⁻⁴	1·159	0	1·159	0·167	1·176		0·379	1·235			0·714		1·379
	−0·162		1·051	3·278 10⁻⁴		3·278 10⁻⁴	0·472 10⁻⁴	3·326 10⁻⁴		1·072 10⁻⁴	3·493 10⁻⁴			2·019 10⁻⁴		3·900 10⁻⁴
+30°	−0·458 10⁻⁴		2·973 10⁻⁴	1·043	0	1·043	0·162	1·051		0·360	1·051			0·650		1·157
	−0·176		1·002	2·951 10⁻⁴		2·951 10⁻⁴	0·458 10⁻⁴	2·973 10⁻⁴		1·018 10⁻⁴	3·058 10⁻⁴			1·839 10⁻⁴		3·271 10⁻⁴
+40°	−0·495 10⁻⁴		2·835 10⁻⁴	1·001	0	1·001	0·176	1·002		0·381	1·011			0·662		1·042
	−0·211		1·016	2·832 10⁻⁴		2·832 10⁻⁴	0·495 10⁻⁴	2·835 10⁻⁴		1·078 10⁻⁴	2·860 10⁻⁴			1·873 10⁻⁴		2·948 10⁻⁴
+50°	−0·597 10⁻⁴		2·874 10⁻⁴	1·021	0	1·021	0·211	1·016		0·451	1·005			0·758		1·001
	−0·293		1·096	2·888 10⁻⁴		2·888 10⁻⁴	0·597 10⁻⁴	2·874 10⁻⁴		1·276 10⁻⁴	2·843 10⁻⁴			2·144 10⁻⁴		2·832 10⁻⁴
+60°	−0·829 10⁻⁴		3·101 10⁻⁴	1·109	0	1·109	0·293	1·096		0·614	1·063			0·994		1·022
				3·137 10⁻⁴		3·137 10⁻⁴	0·829 10⁻⁴	3·101 10⁻⁴		1·737 10⁻⁴	3·007 10⁻⁴			2·812 10⁻⁴		2·891 10⁻⁴

§ 3. Определение масштаба пластинки

В задаче определения относительных положений двойных и кратных звезд одним из главных вопросов является точное определение масштаба на фотопластинке.

Масштаб определялся по специальным масштабным снимкам в зависимости от температуры. Для этого были использованы 5 пластинок с галактическим скоплением M34, снятых при разных температурах. Положения звезд скопления определены фотографическим методом и даны в работе [43].

Обзор использованного с этой целью наблюдательного материала дается в таблице 3.

Таблица 3

№ пп	№№ пластинок	Дата снимка	Часовой угол	Зенитное расстоян.	Темпер. по С	Экспоз. в мин.
1	5895	30·X·1959	$+0^h18^m$	3°30′	+ 3°	10
2	5944	5·XI·	−0 02	0 57	+ 8	15
3	5958	1·XII·	+1 49	20 09	− 7	8
4	6209	2·IX·1960	+0 03	1 03	+13	6
5	6516	7·X·1961	+0 02	0 57	+ 5	6

На каждой пластинке взято по 14 звезд, расположенных по возможности равномерно по полю пластинки. Измерения звезд комбинировались в пары, таким образом, чтобы расстояния между ними были максимальными. Причем, для исключения уравнения яркости комбинировались в пары звезды с небольшими разностями в звездных величинах. Пары звезд для определения масштаба даются на рис. 5, а их точные положения — в таблице 4.

Таблица 4

Пары	№№ по каталогу	Визуальные зв. величн.	α_{1925}	δ_{1925}	Sp	BD
(1)—(2)	62	8·48	2 36 42·641	+42 16 23″88	B8	+41°514
	165	9·56	2 38 35·432	42 27 15·71	A0	42 612
(3)—(4)	171	8·89	2 38 42·484	42 18 11·13	A0	42 615
	90	8·52	2 37 06·948	42 28 09·95	A0	42 588
(5)—(6)	150	10·28	2 38 02·193	42 17 36·74	A2	41 522
	74	10·46	2 36 51·722	42 27 03·69	A2	42 585
(7)—(8)	129	10·97	2 37 39·999	42 16 54·89	G5	42 519
	118	11·45	2 37 26·447	42 33 36·12	A5	
(9)—(10))	99	9·89	2 37 14·602	42 13 36·99	A0	41 516
	116	10·45	2 37 24·424	42 33 37·90		42 599
(11)—12)	113	11·09	2 37 23·497	42 18 04·80	A5	
	137	11·45	2 37 48·998	42 30 36·67	A8	
(13)—14)	96	9·72	2 37 12·038	42 25 41·09	A2	42 590
	162	10·63	2 38 28·879	42 28 17·37	G5	42 611

Масштаб на пластинке определялся как отношение вычисленных угловых расстояний между звездами к измеренным в линейной мере.

Угловые расстояния между парами в проекции на плоскость пластинки вычислялись по формуле

$$\rho = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

где Δx и Δy — разности между тангенциальными координатами. Тангенциальные координаты вычислялись по формуле [40]:

$$x = T\cos(d+\varepsilon)\sec(\delta - D + \varepsilon),$$

$$y = (\delta - D + \varepsilon) + \tau'\delta$$

$$\varepsilon'' = \frac{\sin^2\frac{\alpha - A}{2}}{\sin 1''}\sin 2\delta, \qquad T = \operatorname{tg}(\alpha - A) = (\alpha - A) + \tau'_2$$

При вычислениях использовались Бергедорфские таблицы. Все масштабные снимки были измерены на том же измерительном приборе КИМ-3. Пластинки измерялись в двух положениях, отличающихся на 180° друг от друга, с применением реверсионной призмы, при этом серия измерений выполнялась повторно, так, что наведение на каждую звезду делалось 8 раз.

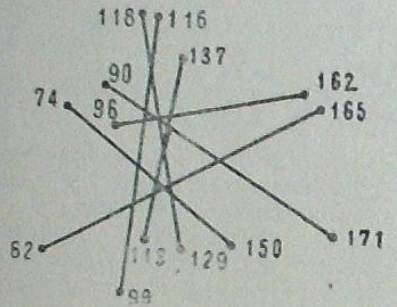


Рис. 5

В измеренные координаты вводились поправки за ошибки шкал измерительного прибора.

Как видно из таблицы 3, все масштабные пластинки были получены вблизи меридиана, кроме пластинки № 5958. При обработке этой пластинки в измеренные координаты были введены поправки за дифференциальную рефракцию 1-го порядка.

Результаты обработки для всех 7 пар, по всем пластинкам, даются в таблице 5.

Таблица 5

№ звездной пары	Масштаб по пластинкам				
	5895	5944	3958	6209	6516
(1)— (2)	30″.604	30″.600	30″.598	30″.588	30″.596
(3)— (4)	·596	·590	·595	·591	·590
(5)— (6)	·592	·589	·596	·597	·589
(7)— (8)	·590	·588	·601	·588	·589
(9)—(10)	·583	·586	·589	·584	·588
(11)—(12)	·590	·599	·598	·589	·586
(13)—(14)	·595	**·596**	·600	·593	·595
					·594

Средние значения масштаба по пластинкам даются в таблице 6.

Таблица 6

№№ пластинки	Масштаб	t
5895	30″.593 ± 0″.0024	+ 3°
5944	30·592 0 0022	+ 8
5958	30·597 0·0016	— 7
6209	30·590 0 0020	+13
6516	30·592 0·0017	+ 5

Как видно из таблицы 6, при изменении температуры на 20°С, масштаб изменяется на 0″007.

Зависимость масштаба от температуры представлена графически на рис. 6.

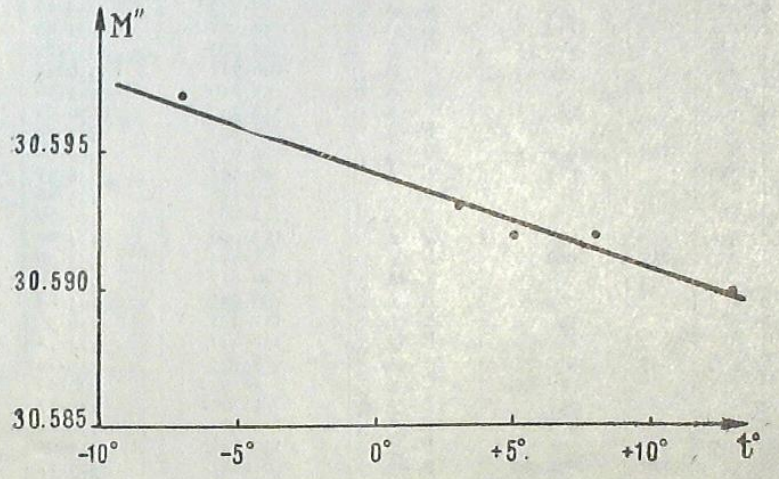


Рис. 6

Небезынтересно заметить, что масштаб 380-см астрографа Московской обсерватории, имеющего близкое к нашему рефрактору фокусное расстояние, при изменении температуры на 30°С, изменяется примерно на ± 0″.008 [44].

§ 4. Результаты измерений

В таблице 7 мы приводим результаты измерений относительных положений для каждой кратной системы по всем изображениям, для каждой пластинки в отдельности.

При фотографических измерениях двойных или кратных звезд существенными источниками систематических ошибок являются уравнение блеска и атмосферная дисперсия.

Для исключения ошибки, порождаемой первым источником, применяются объективные диффракционные решетки, дающие разницы на 1, 2, 3, и 4 звездных величины. Ввиду неимения решетки, результаты наших измерений отягощены этой систематической ошибкой.

Таблица 7

№№ п/п	ADS	№ пл.	Эпоха наблюдения		ρ	θ
1	307	5887	1959·83	B—A	9″·468	82.°21
				C—A	23·596	55·75
				Д—A	44·690	81·10
2		6305	1960·79	B—A	9·697	82·97
				C—A	23·443	56·21
				Д—A	44·870	81·38
3		6493	1961·69	B—A	9·696	82·47
				C—A	23·534	55·85
				Д—A	44·762	81·07
4		6514	1961·76	B—A	9·586	82·28
				C—A	23·433	55·61
				Д—A	44·551	81·45
5	423	6239	1960·73	B—A	5·602	352·80
				C—A	46·712	336·45
				Д—A	51·240	145·26
				E—A	112·380	170·99
				F—A	152 141	114·74
6		6240	1960·73	B—A	5·657	352·72
				C—A	46·792	336·57
				Д—A	50·148	145·28
				E—A	112·507	170·78
				F—A	152·006	114·86
7		6253	1960·74	B—A	5·754	353·30
				C—A	46·847	336·43
				Д—A	50·925	145·24
				E—A	112·281	170·95
				F—A	152·131	114·72
8		6255	1960·74	B—A	5·675	353·23
				C—A	46·952	336·86
				Д—A	51·062	145·27
				E—A	112·403	170·80
				F—A	152·046	115·04
9		6502	1961·72	B—A	6·082	353·12
				C—A	46·838	336·47
				Д—A	51·014	145·62
				E—A	112·328	170·85
				F—A	152·090	114·88
10		6509	1961·76	B—A	6·161	352·90
				C—A	46·944	336·52
				Д—A	51·118	145·42
				E—A	112·337	170·91
				F—A	152·192	114·80
11	1209	6246	1960·73	B—A	13·843	142·28
12		6307	1960·79	C—A	28·258	145·70
				B—A	13·941	142·96
13		6487	1961·68	C—A	28·341	146·40
				B—A	13·880	142·27
14		6494	1961·69	C—A	28·289	145·77
				B—A	13·757	142·35
15		6510	1961·76	C—A	28·268	146·37
				B—A	13·857	142·63
16		6515	1961·77	C—A	28·210	146·37
				B—A	13·984	142·27
17	1823	5926	1959·93	C—A	28·237	145·74
				B—A	6·680	168·70
18		6271	1960·76	C—A	15·382	24·78
				B—A	6·720	169·30
				C—A	15·489	23·99

Продолжение таблицы 7

№№ п/п	ADS	№ пл.	Эпоха наблюдения		Z	θ
19		6272	1960·76	B—A	6″·819	169·40
				C—A	15·544	23·61
20		6306	1960·80	B—A	6·570	168·66
				C—A	15·284	24·55
21	1877	6221	1960·73	B—A	14·752	103·94
				A′—A	39·982	262·94
				B′—A	53·171	252·36
22		6495	1961·69	B—A	14·850	103 90
				A′—A	39·049	262·97
				B′—A	53·155	252·37
23		6503	1961·72	B—A	14·740	203·97
				A′—A	39·009	262·90
				B′—A	53·213	252·35
24	2135	5926	1959· 83	B—A	11·273	—
				C—A	24·378	—
				Д—A	33·516	—
25		6309	1960·80	B—A	11·388	—
				C—A	24·291	—
				Д—A	33·392	—
26		6511	1961·76	B—A	11·378	285·63
				C—A	24·456	21·20
				Д—A	33·411	66·65
27		6534	1961·93	B—A	11·436	285·46
				C—A	24·306	20·87
				Д—A	33·374	66·55
28		6748	1962·83	B—A	11·390	285·55
				C—A	24·401	21·01
				Д—A	33·587	66·42
29	2984	6314	1960·80	B—A	17·854	303·55
				C—A	138·724	77·16
				Д—A	11·127	4·76
				E—A	36·479	319·08
30		6335	1960·82	B—A	17·800	304·13
				C—A	138·522	77·12
				Д—A	10·983	4·16
				E—A	36·525	319·31
31		6504	1961· 72	B—A	17·866	303·63
				C—A	138·531	77·12
				Д—A	10·900	4·63
				E—A	36·516	318·95
32		6519	1961·79	B—A	17·830	303·67
				C—A	138·543	77·05
33		6522	1961·80	B—A	17·888	304·05
34		6535	1961·93	B—A	17·980	303·97
				C—A	138·688	77·15
				Д—A	11·047	4·46
				E—A	36·641	318·72
35	3579	5896	1969·83	B—A	39·190	—
				C—A	54·226	—
36		6520	1961·79	B—A	39·251	305·10
				C—A	54·315	88·83
37		6523	1961·80	B—A	39·340	305·05
				C—A	54·171	88·93
38		6536	1961·93	B—A	39·269	305·23
				C—A	54·220	88·88
39	3940	6327	1960·81	B—A	17·414	—
				C—A	48·588	—
40		6328	1960·81	B—A	17·395	—
				C—A	48·646	—

Продолжение таблицы 7

№№ п/п	ADS	№ пл.	Эпоха наблюдения		P	θ
41		6521	1961·79	B—A	17″·364	68°68
				C—A	48·634	154·27
42		6537	1961 93	B—A	17·401	68·77
		6542	1961·94	C—A	48·683	154·32
43				B—A	17·251	68·97
				C—A	48·719	154·33
44	4962	6538	1961·93	B—A	59·402	258·26
				C—A	46·673	253·78
				Д—A	265·476	23·63
				E—A	84·232	255·18
45		6543	1991·94	B—A	59·482	258·28
				C—A	46·611	253·84
				Д—A	265·410	23·58
				E—A	84·203	235·15
46	5028	5959	1956·92	B—A	7·492	—
				C—A	15·146	—
47		6000	1960·07	B—A	7·514	—
				C—A	15·104	—
48		6584	1962·09	B—A	7·621	318·68
				C—A	15·241	323·87
49		6588	1962·11	B—A	7·456	319·20
				C—A	15·302	324·05
50		6589	1962·10	B—A	7·358	318·80
				C—A	15·235	323·82
51	6366	6393	1961·01	B—A	17·245	9·85
				C—A	25·407	88·63
52		6539	1961·93	B—A	17·163	9·63
				C—A	25·568	89·05
53		6544	1961·95	B—A	17·108	9·91
				C—A	25·524	89·32
54		6569	1962·01	B—A	17·205	9·42
				C—A	25·474	88·54
55		6570	1962·04	B—A	17·180	9·70
56	10489	6642	1962·48	B—A	4·670	269·36
				C—A	10·438	63·77
57		6643	1962·48	B—A	9·762	269·33
				C—A	10·402	63·58
58		6644	1962·49	B—A	9·683	269·88
				C—A	10·396	63·15
59		6647	1962·49	B—A	9·793	268·90
				C—A	10 230	63·63
60	10637	6131	1960·62	B—A	12 641	—
				C—A	14·853	—
61		6507	1961·76	B—A	12·509	275·42
				C—A	14·770	250·52
62		6651	1962·50	B—A	12·626	274·71
				C—A	14·813	250·72
63		6653	1962·50	B—A	12·534	275·66
				C—A	14·917	250·90
64		6670	1962·52	B—A	12·629	274·72
				C—A	14·734	250·96
65	11168	6102	1960·58	B—A	7·731	—
				C—A	13·549	—
66		6111	1960·58	B—A	7·627	—
				C—A	13·675	—
67		6648	1962·50	B—A	7·578	—
				C—A	13·632	121·90
						238·51

Продолжение таблицы 7

№№ п/п	ADS	№ пл.	Эпоха наблюдения		Z	θ
68		6652	1962·50	B—A	7″·654	121°42
				C—A	13·556	238·40
69		6654	1962·50	B—A	7·599	122·13
				C—A	13·616	238·76
70		6659	1962·51	B—A	7·688	122·15
				C—A	13·562	238·46
71		6668	1962·52	B—A	7·703	121·74
				C—A	13·534	238·27
72	11179	6645	1962·49	B—A	31·260	100·23
				C—A	40·218	122·73
73		6649	1962·50	B—A	31·248	99·90
				C—A	40·242	122·97
74		6655	1962 50	B—A	31·165	99·88
				C—A	40·346	122·53
75		6671	1962·52	B—A	31·190	100 07
				C—A	40·239	122·67
76	13117	6170	1960·64	B—A	9·452	22·78
				C—A	16·277	176·05
77		6480	1961·67	B—A	9·307	21·92
78		6482	1961·68	B—A	9·358	22·32
79	13117	6485	1961·68	B—A	9·351	22·67
				C—A	16·290	176·55
80		6646	1962·49	B—A	9·320	22·67
				C—A	16·287	176·24
81		6663	1962·51	B—A	9·303	22·22
				C—A	16·250	176·90
82		6669	1662·52	B—A	9·389	21·93
				C—A	16·265	177·05
83	14338	6108	1960·58	B—A	12·151	—
				C—A	18·669	—
84		6488	1961·68	B—A	12·339	240·52
				C—A	18·764	142·47
85		6650	1962·50	B—A	12·253	240·65
				C—A	18·665	142·97
86	14831	6481	1961·67	B—A	15·267	219·87
				C—A	21·739	182·20
87		6483	1961·68	B—A	15·324	220·32
				C—A	21·696	182·86
88	14969	6132	1960·62	B—A	33·358	—
				C—A	53·480	—
89		6489	1962·69	B—A	33·383	28·82
				C—A	53·424	98·77
90		6491	1961·69	B—A	33·272	28·82
				C—A	53·390	98·82
91	15184	6486	1961·13	B—A	11·904	120·16
				Д—A	19·824	339·13
92		6513	1961·15	B—A	11·859	120·30
				Д—A	19·732	339·03
93		6296	1960·79	B—A	27·247	—
				C—A	43·523	—
94	15679	6505	1961·75	B—A	27·160	110·30
95		6508	1961·70	C—A	27·197	110·20
96		6512	1961·76	B—A	27·111	110·00
97	16095	6484	1961·68	B—A	22·556	185·45
				C—A	48·875	168·37
				Д—A	81·793	144·23

Продолжение таблицы 7

№№ п/п	ADS	№ пл.	Эпоха наблюдения		ρ	Θ
98		6492	1961·80	B—A	22·495	185·60
				C—A	48·912	168·37
				Д—A	81 854	144·25
99	16474	6487	1961·68	B—A	19·484	49·72
				C—A	56·022	80·10
100		6490	1961·68	B—A	19·466	49·93
				C—A	56 067	80·20
101		6506	1961·75	B—A	19·444	49·65
				C—A	56·089	80·20
102		6513	1961·76	B—A	19·433	49·45
				C—A	56·049	80·22

Влияние атмосферной дисперсии, вызываемой изменением коэффициента рефракции в зависимости от длины светового луча, проходящего сквозь атмосферу, почти полностью исключается применением визуального рефрактора в соединении с чувствительной к желтым лучам пластинкой и с соответствующим фильтром. Употребляя такую комбинацию, мы пропускаем небольшой участок спектра около длины волны 5500 ангстрем. В этом случае эффективные длины волн разных спектральных классов оказываются весьма близкими друг к другу, поэтому влияние атмосферной дисперсии оказывается настолько малым, что им можно пренебречь при всех случаях, встречающихся на практике.

Мы не вводили никаких поправок за атмосферную дисперсию, поскольку составляющие звезды наблюдаемых нами кратных систем, почти одинакового спектрального класса, и, применяемая для наблюдений комбинация: объектив, фотопластинка и светофильтр, пропускает узкую полосу спектра с эффективной длиной волны 5500 ангстрем.

По исследованиям Ван-ден Боса и Странда при употреблении инструментов с фокусным расстоянием 10 м, при хороших атмосферных условиях экспонирования, систематические ошибки, обусловленные эффектом С. К. Костинского, Эберхардта и эффектом желатины, не будут существовать для пар, разделенных расстоянием 3″ и $\Delta m < 1^m$ [45]. В нашем случае, в шести случаях расстояние между парами находятся от 6 до 10 секунд дуги, а в остальных — даже больше, поэтому естественно, что систематические ошибки, обусловленные вышеперечисленными фотографическими эффектами, не будут существовать.

Средняя квадратическая ошибка результатов измерений в разностях координат ΔX и ΔY по одному изображению, выведенная по уклонениям от среднего из трех, из шести и из девяти изображений на одной пластинке соответственно равна: $\pm 0''.128$ ($\pm 4.3\mu$), $\pm 0''.095$ ($\pm 3.1\mu$) и $\pm 0''.086$ ($\pm 2.8\mu$).

Для сравнения укажем, что эта ошибка для астрографа Московской обсерватории (фок. расст.=6.4 м) колеблется в пределах 0″.062 — 0″.096 (2.0μ—3.0μ) [37], для рефрактора Дирборнской обсерватории равна ±0″.074 (2.5μ) [36], а для нормального астрографа Пулковской обсерватории +0″. 081 (1.3μ) [33].

В таблице 9 (Глава III) представлены окончательные результаты определения расстояний и позиционных углов для каждой кратной системы. Ошибки даны средние квадратические.

Считаем нужным отметить, что при отождествлении двух кратных систем AD 2984 и 16474, в новом каталоге Эйткена [16] мы обнаружили две ошибки.

Для кратной системы ADS 2984 в ADS даны следующие значения позиционных углов и расстояний:

ADS	*AB*	*AD*	*BD*	*BE*
2984	303°.7 17″.94	76°.7 138″.83	84.°4 14.″60	331.°6 20″.00

Как видно из этой таблицы, для отождествления *D*-компоненты даны два положения *AD* и *BD*, которые для *D* дают совершенно различные положения. В каталоге Эйткена там, где даются данные для *AD*, имеется или опечатка или ошибка, и вместо *AD* должно быть *AC*. В наших таблицах для кратной системы *ADS* 2984 везде вместо *AD* фигурирует *AC*.

В случае кратной системы ADS 16474 для относительного положения С-компоненты даны значения $\rho = 20''$ и $\Theta = 260°$, причем В и С примерно одинакового блеска. На наших многочисленных фотографиях этой системы на том месте, где согласно ADS должна быть звезда С, вообще не получается никакая звезда, в то время, как на том же расстоянии, но при отличном на 180° позиционном угле, получается звезда примерно такого же блеска, как и звезда В. Поэтому мы считаем, что в каталоге Эйткена имеется ошибка и позиционный угол между А—С должен быть не 260°. а 80°.

То обстоятельство, что в каталоге Эйткена встречаются ошибки, отмечалось и другими авторами. В работе [46] авторы находят ряд ошибок: неправильное отождествление пар, искажение при этом координат звезд и позиционного угла, смещение наблюдений различных наблюдателей; подробно разбираются ошибки относительно ADS 16990 и 17013.

§ 5. *Сравнение результатов наших наблюдений с наблюдениями, выполненными на других обсерваториях*

Для более полной характеристики результатов наших наблюдений полезно установить их согласие с наблюдениями на других обсерваториях.

С этой целью для 24 кратных систем, наблюденных нами, мы собрали известный по литературе наблюдательный материал, при этом основным источником нам служил каталог *ADS*, данные которого были дополнены более поздними наблюдениями этих систем. На основании всех данных были построены диаграммы (рис. 7—57).

На этих диаграммах даны следующие обозначения: точки и крестики—наблюденные визуальные расстояния и позиционные углы, соответственно; точки и крестики, помещенные в прямоугольники — те же величины, определенные фотографическим методом на других обсерваториях; точки и крестики в кругу — те же величины, определенные нами.

Как видно из рассмотрения указанных диаграмм, наблюдения кратных звезд ведутся весьма редко. В основном, они наблюдаются визуально и то A и B компоненты в ярких кратных системах. Слабые компоненты наблюдаются очень редко.

Фотографические наблюдения для наших кратных систем почти не существуют. Только для следующих трех систем: ADS 2984, 3579 и 16095 имеются несколько фотографических наблюдений [47, 48, 49, 50].

Из вышеуказанного следует, что наблюдательный материал, годный для сравнения с результатами наших наблюдений, крайне беден. Но все-таки можно сказать, результаты наших измерений близки к фотографическим определениям на других обсерваториях (см. рис. 24, 26, 27, 54).

Мы пытались оценить систематические ошибки определения расстояния и позиционных углов. О величине этих ошибок сказать что-либо определенное очень трудно, опять-таки из-за скудности наблюдательного материала для сравнения. Но, если они имеются, во всяком случае они невелики.

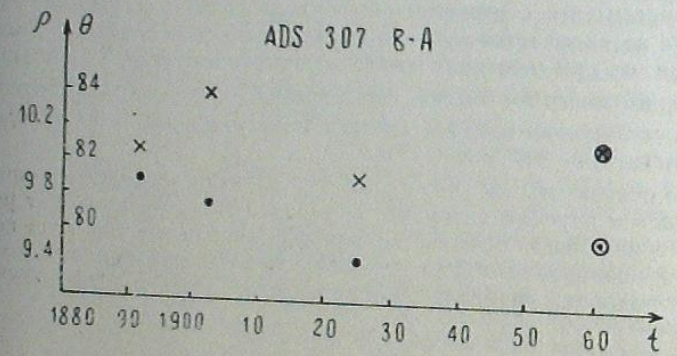


Рис. 7

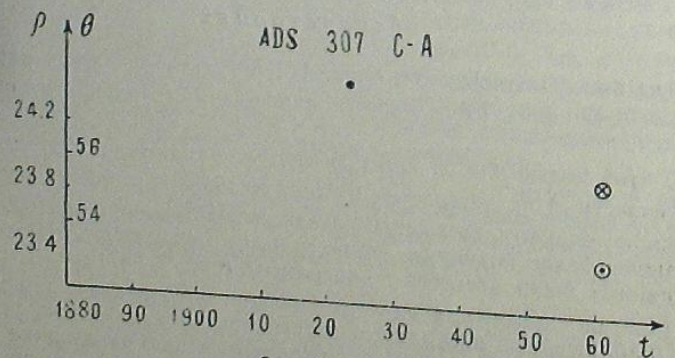


Рис. 8

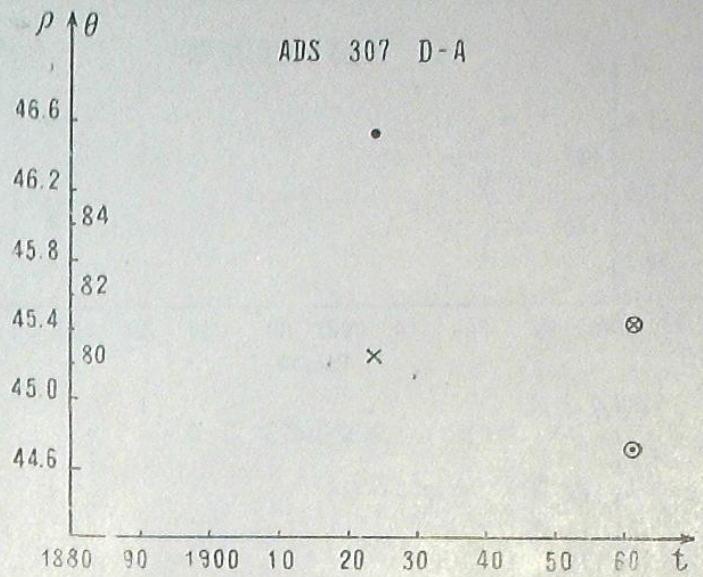


Рис. 9.

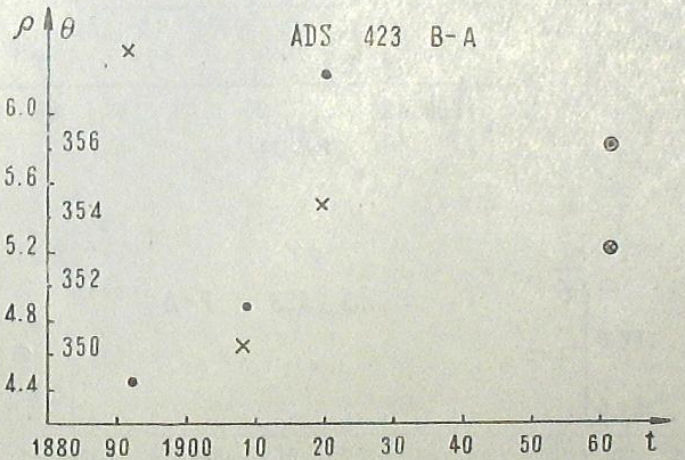


Рис. 10

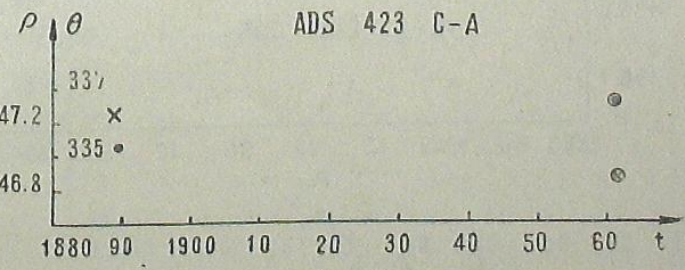


Рис. 11

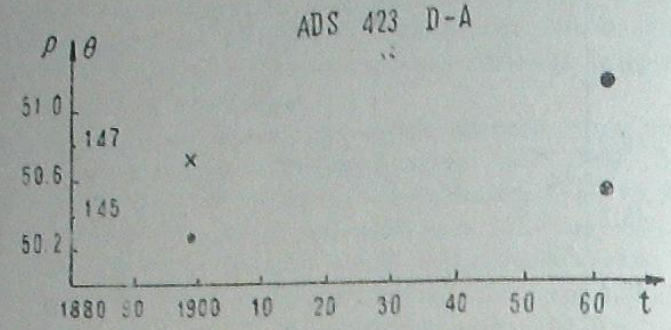


Рис. 12

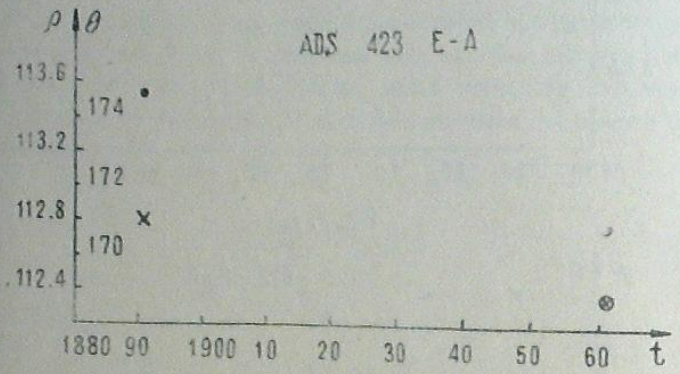


Рис. 13

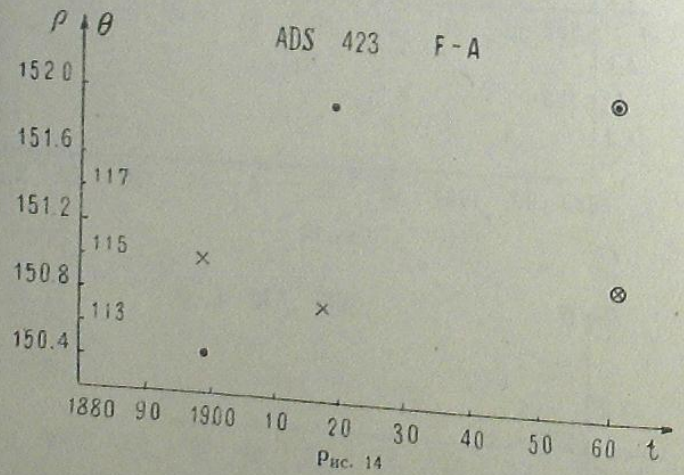


Рис. 14

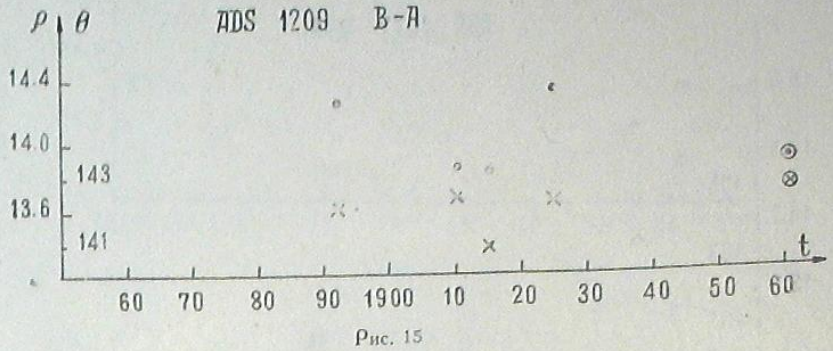


Рис. 15

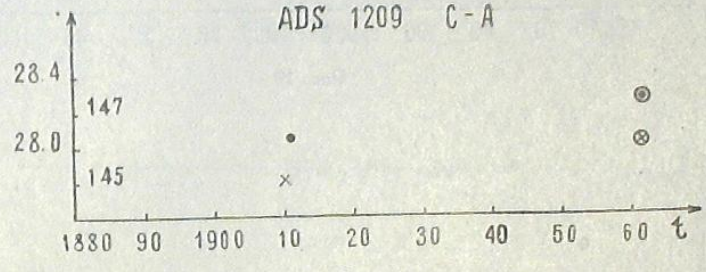


Рис. 16

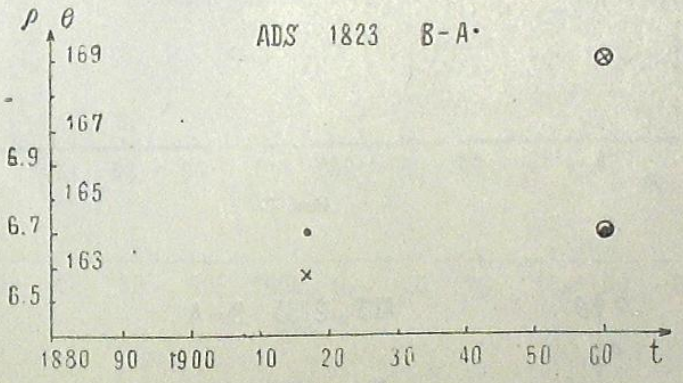


Рис. 17

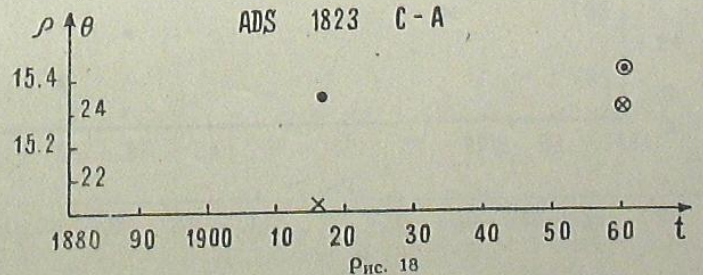


Рис. 18

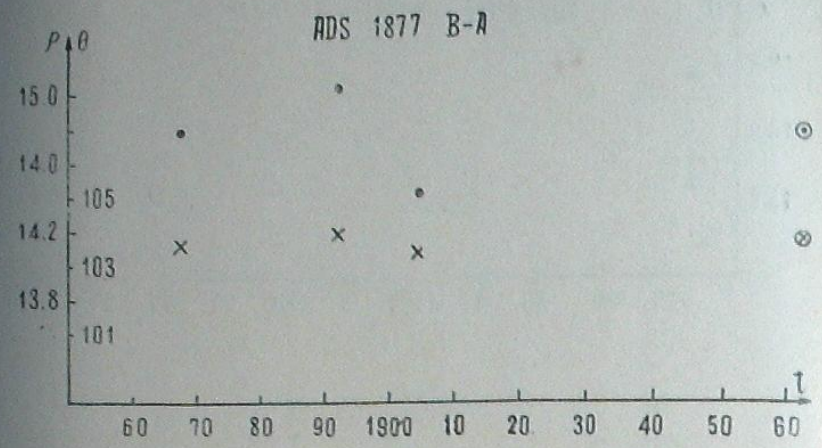


Рис. 19

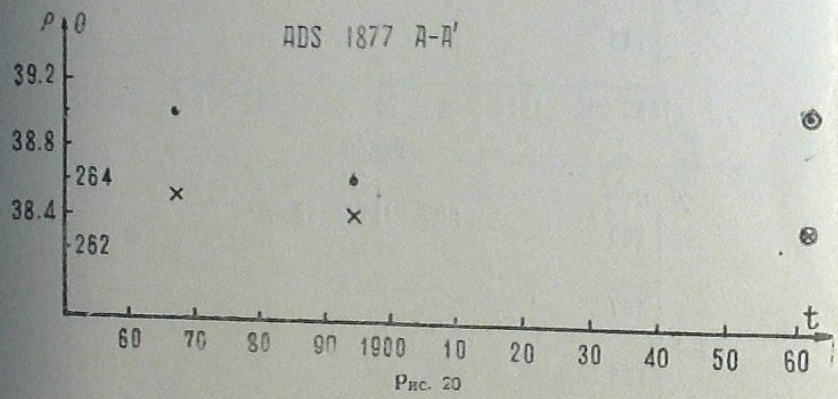


Рис. 20

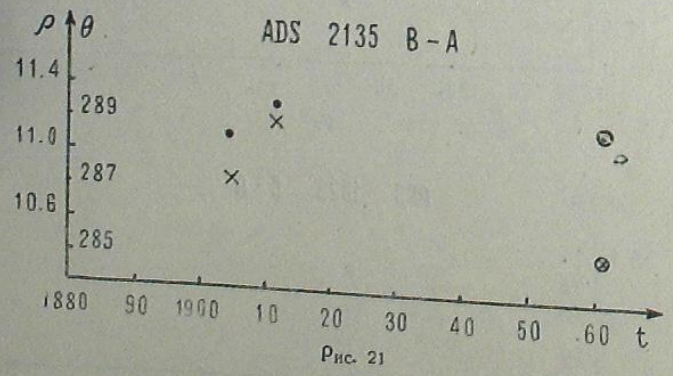


Рис. 21

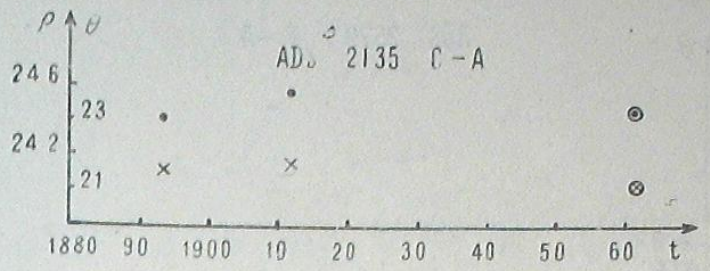


Рис. 22

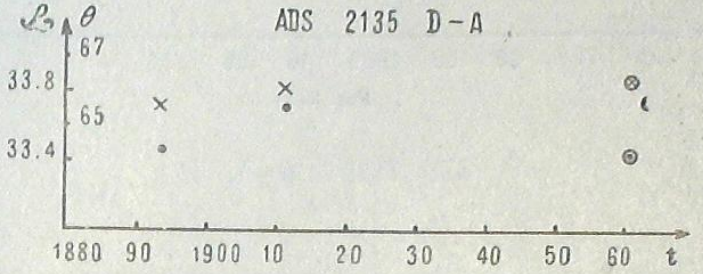


Рис. 23

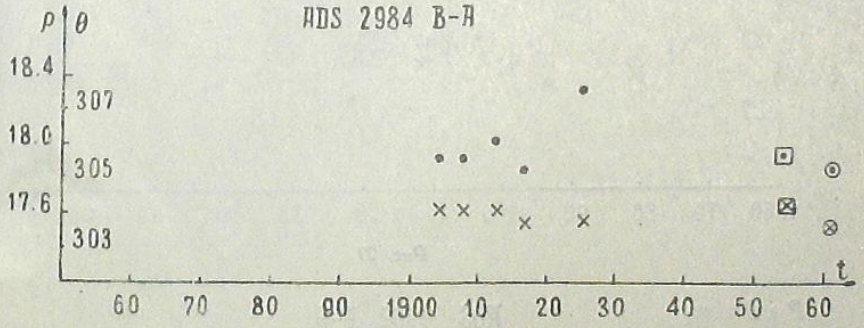


Рис. 24

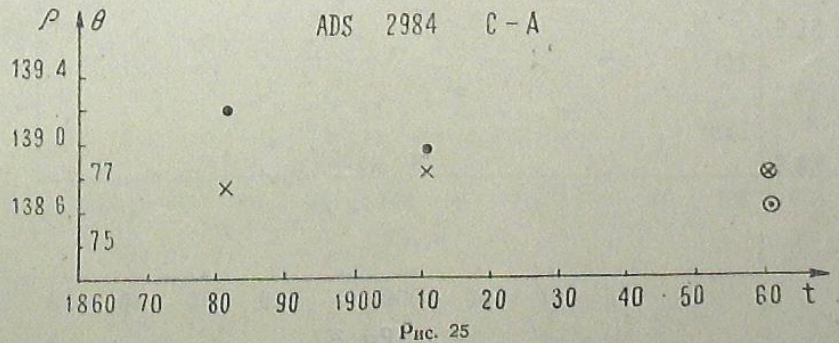


Рис. 25

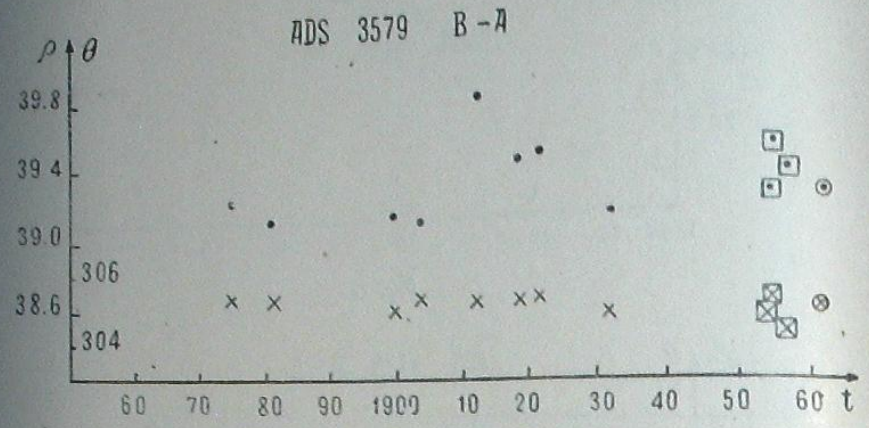


Рис. 26

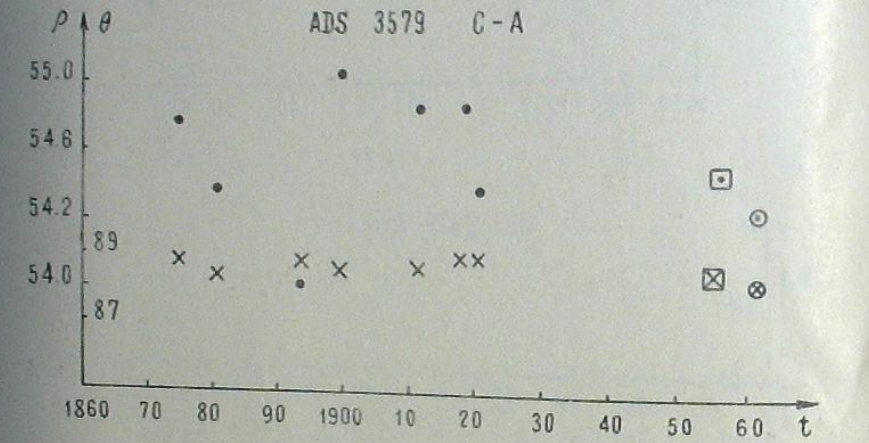


Рис. 27

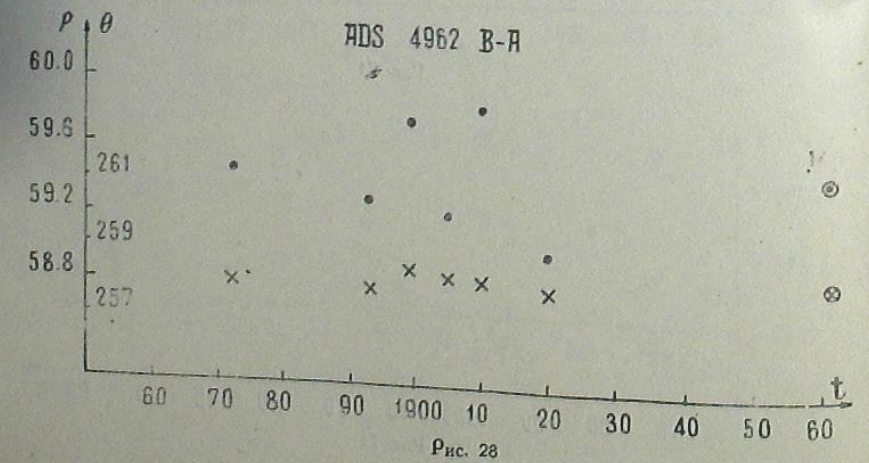


Рис. 28

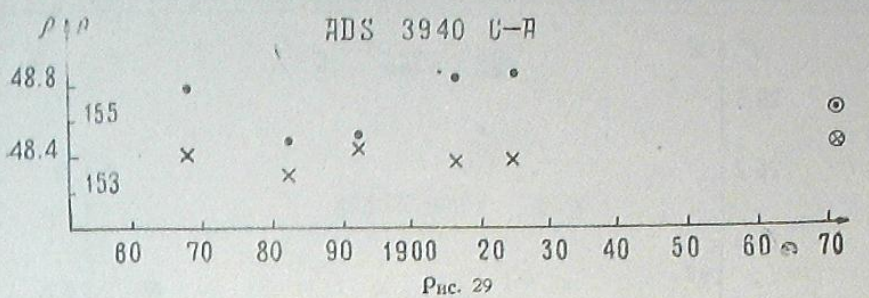


Рис. 29

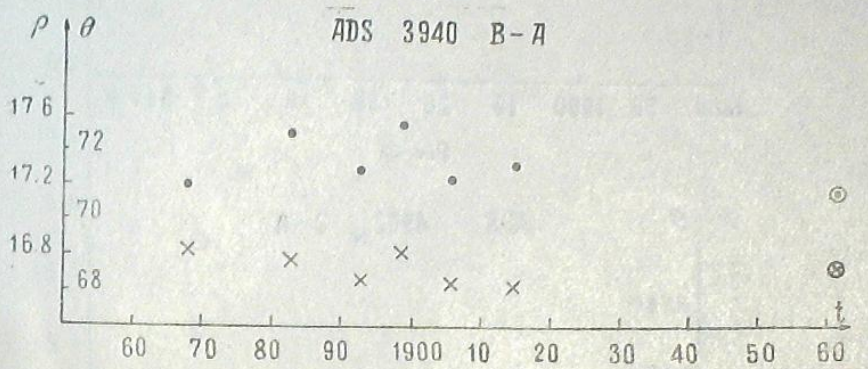


Рис. 30

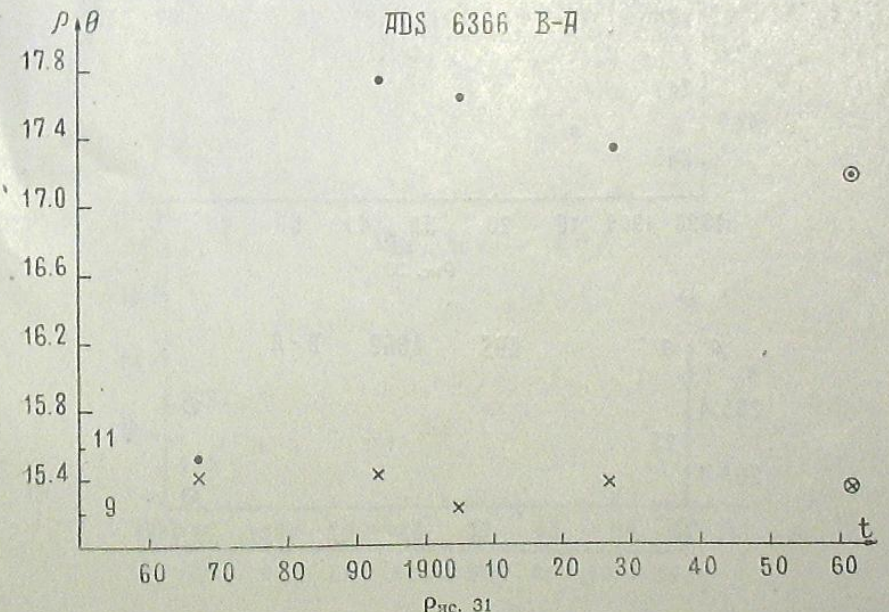


Рис. 31

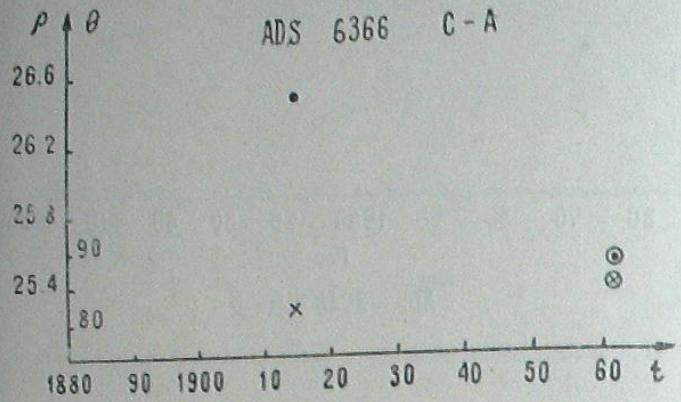


Рис. 32

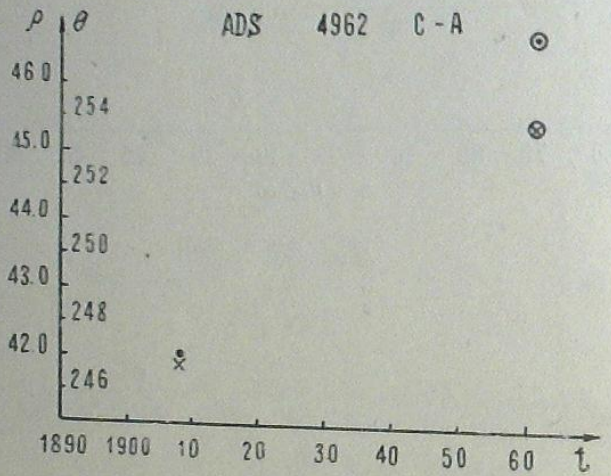


Рис. 33

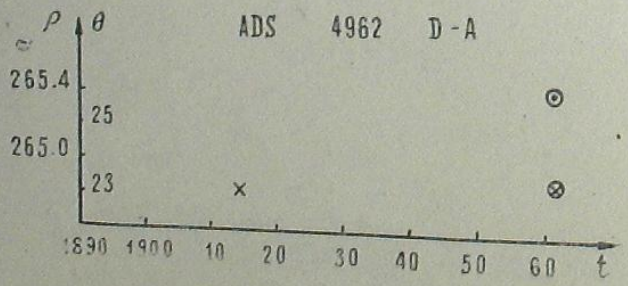


Рис. 34

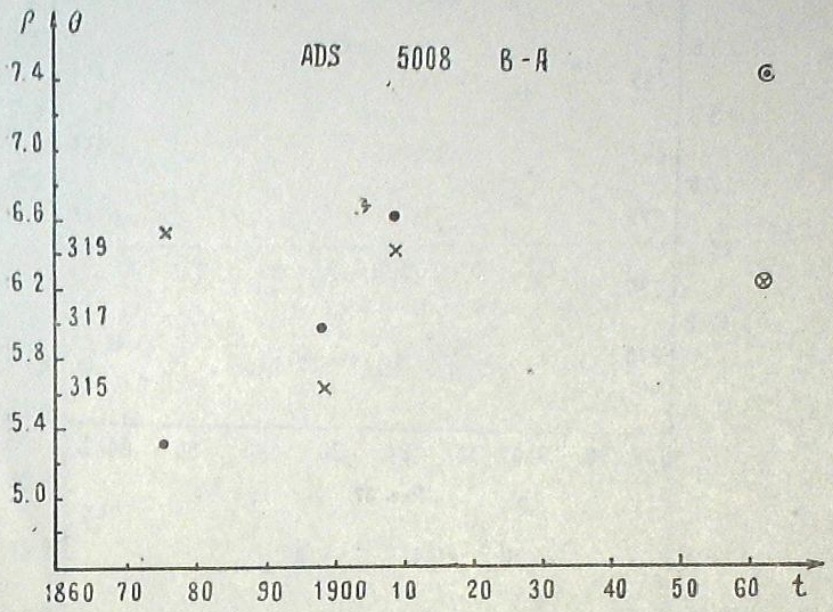


Рис. 35

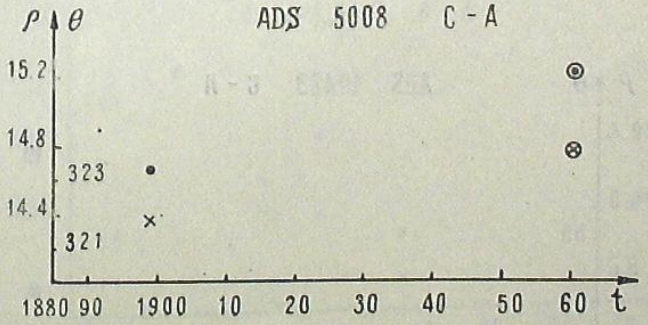


Рис. 36

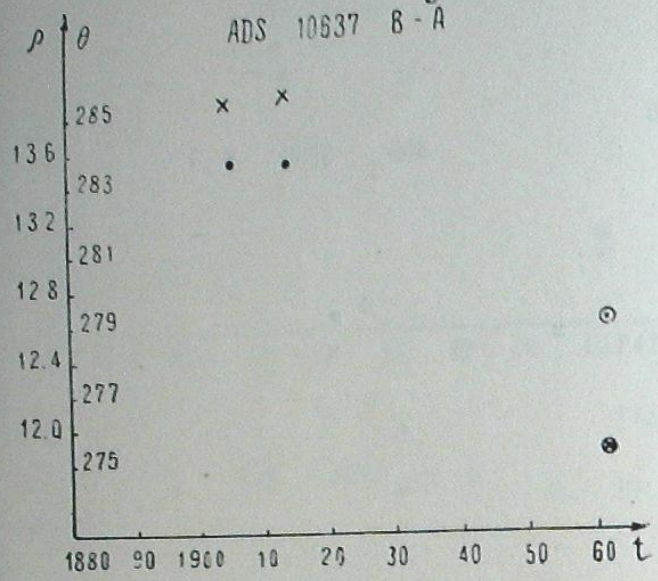


Рис. 37

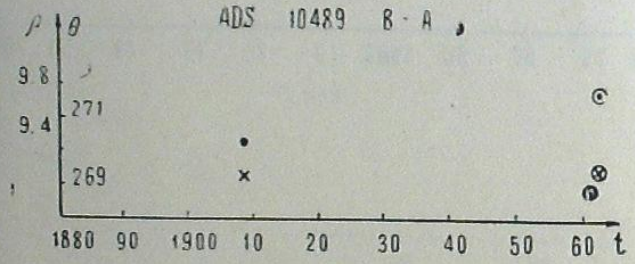


Рис. 38

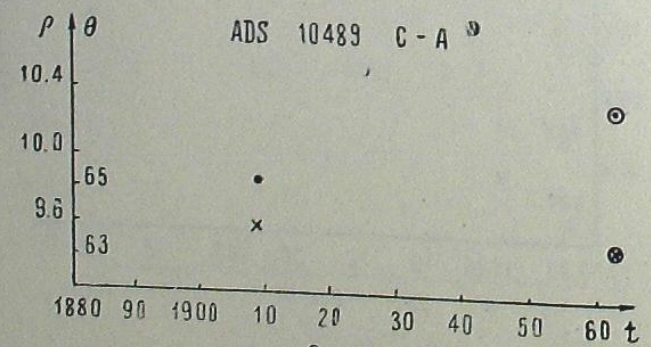


Рис. 39

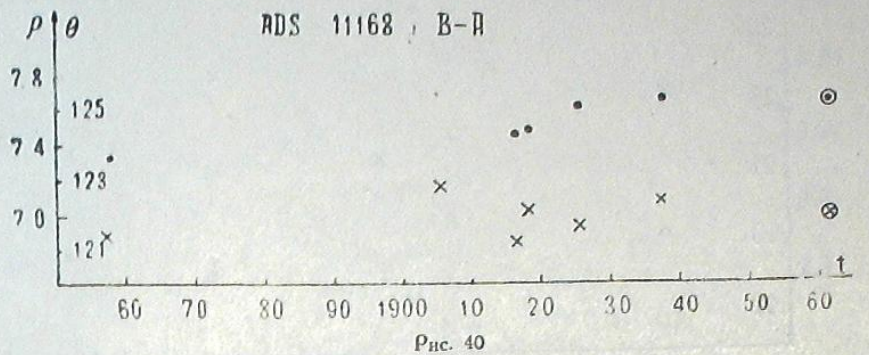


Рис. 40

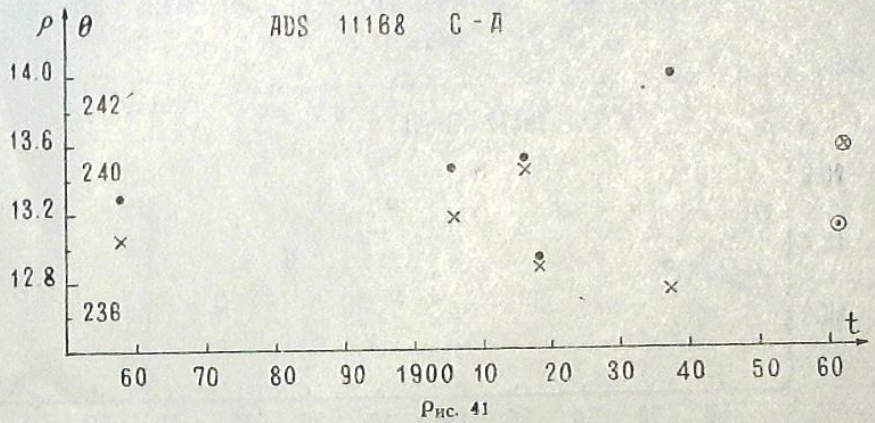


Рис. 41

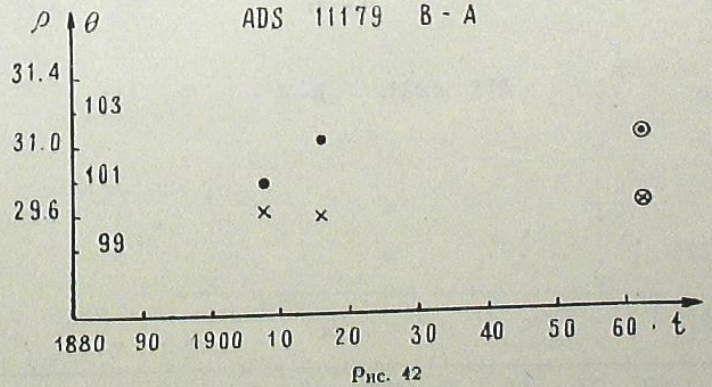


Рис. 42

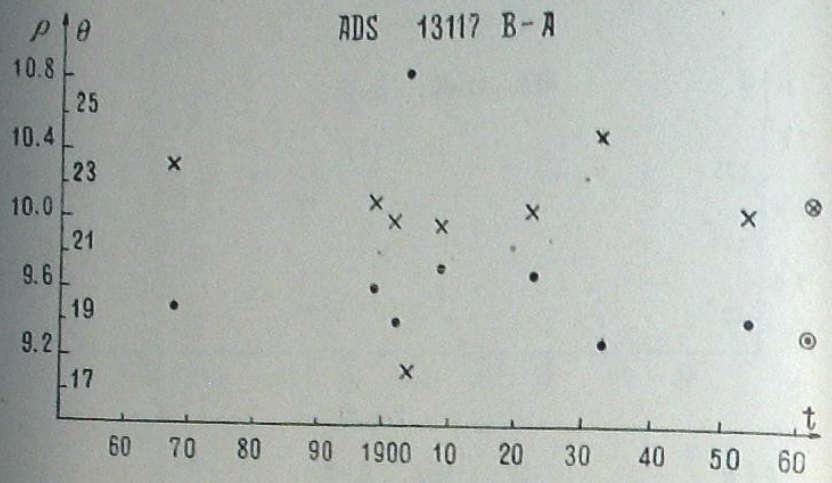


Рис. 43

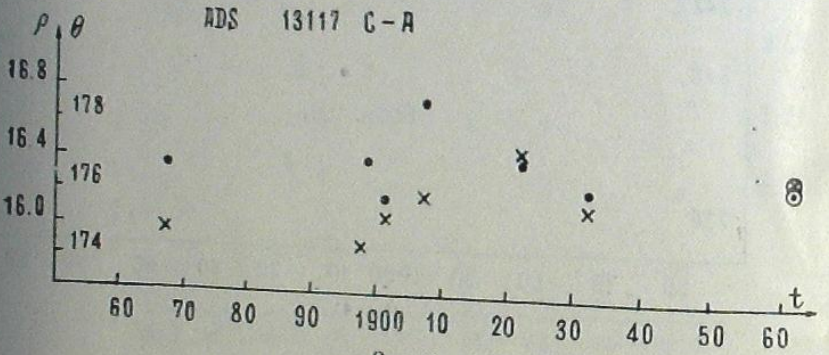


Рис. 44

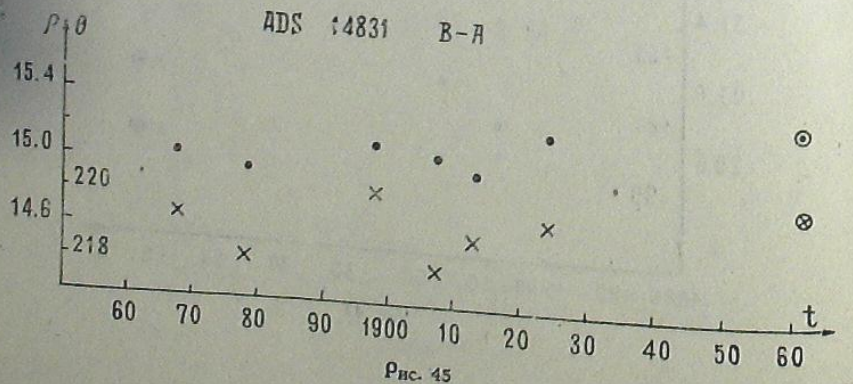


Рис. 45

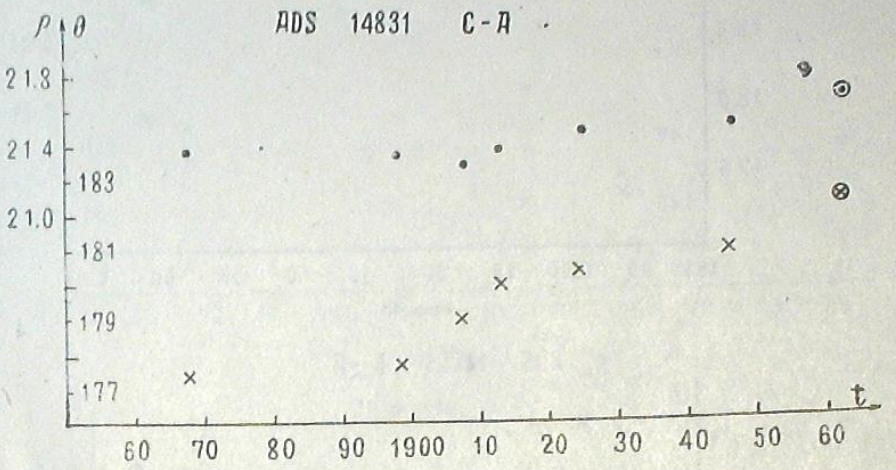


Рис. 46

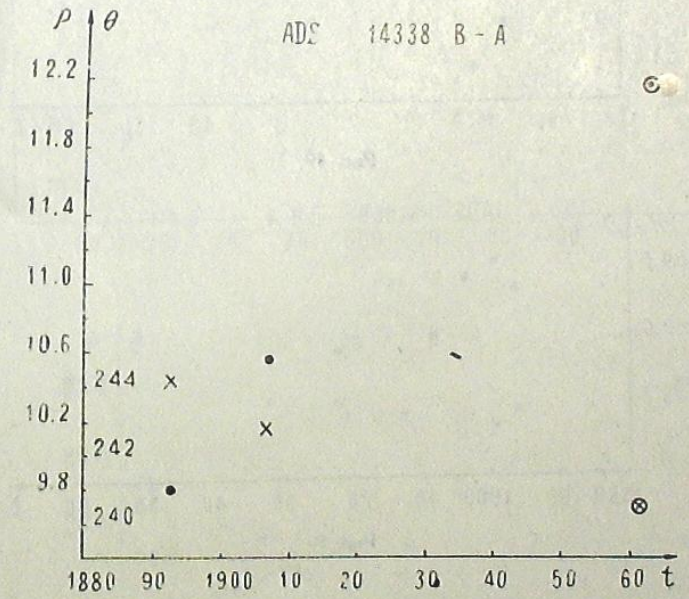


Рис. 47

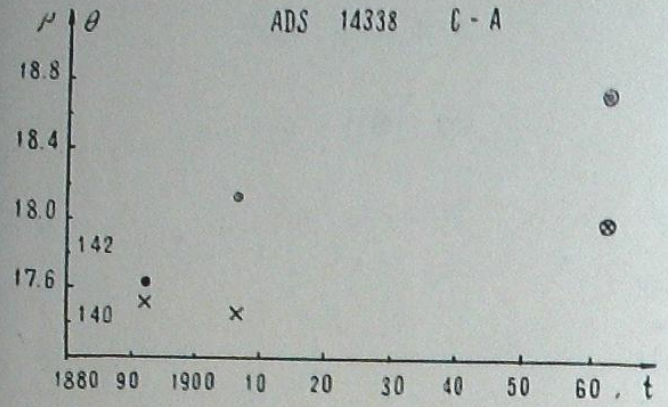


Рис. 48

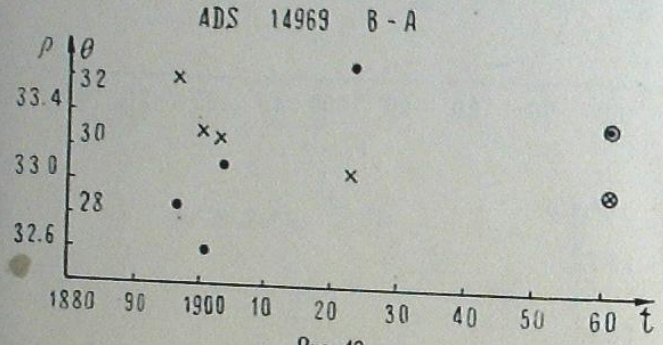


Рис. 49

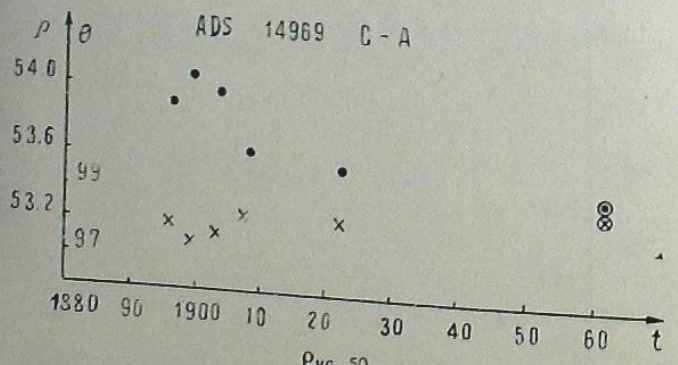


Рис. 50

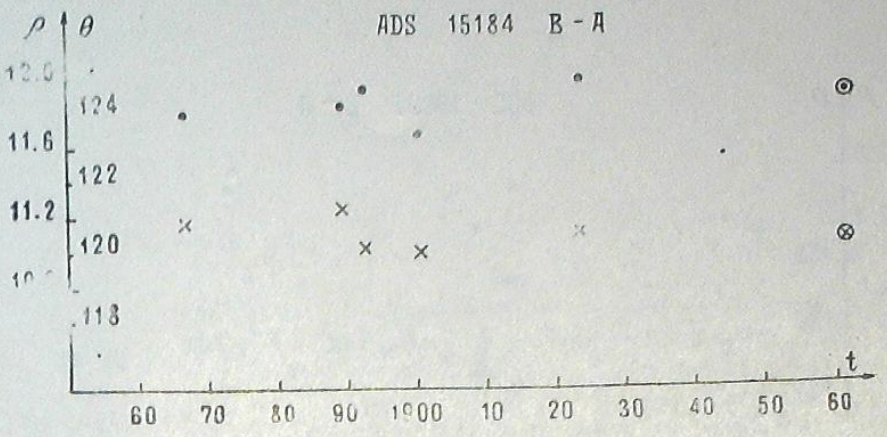


Рис. 51

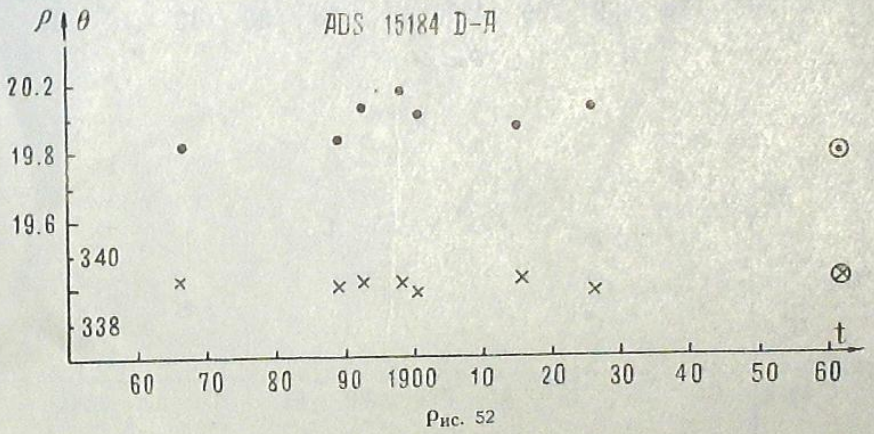


Рис. 52

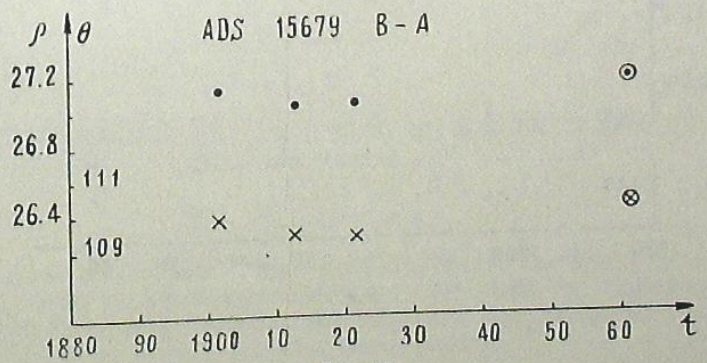


Рис. 53

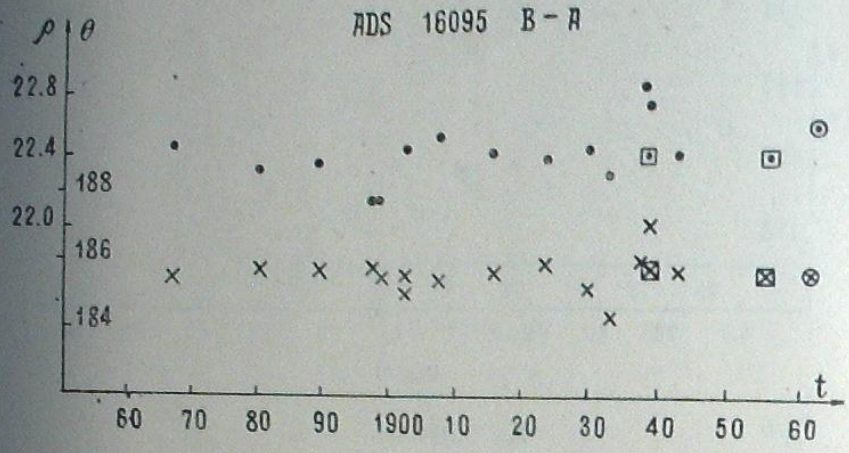


Рис. 54

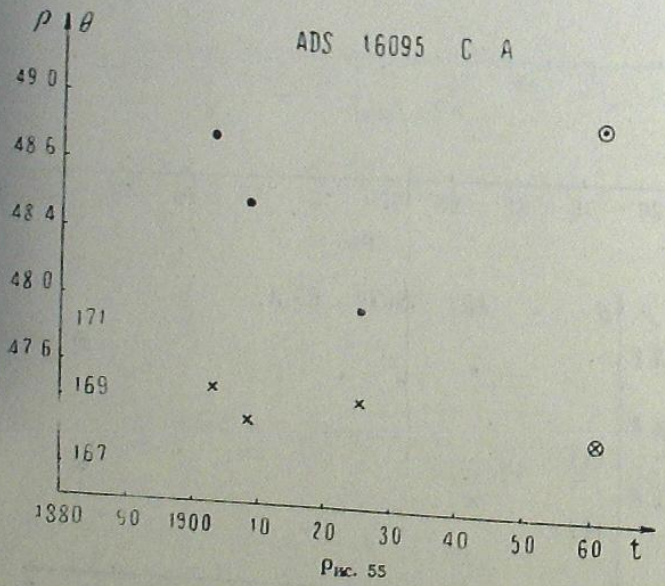


Рис. 55

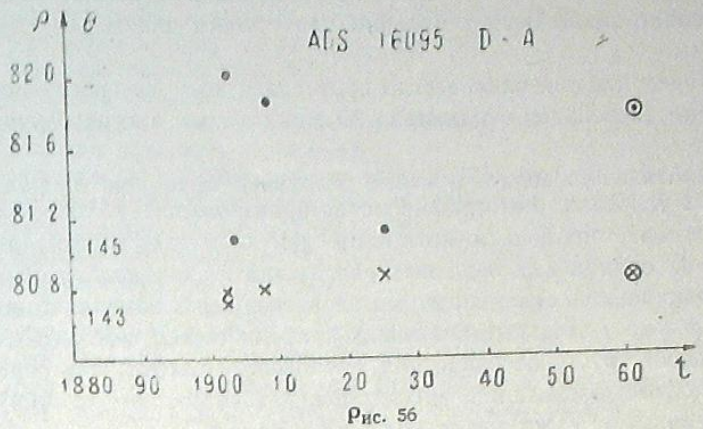


Рис. 56

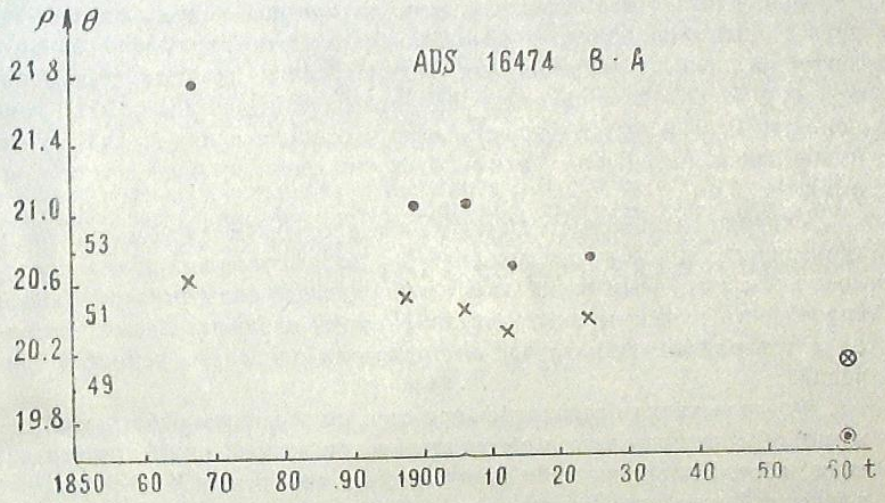


Рис. 57

Глава II

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН И СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

§ 1. Наблюдения

Наблюдения кратных систем типа Трапеции, связанные с данным исследованием, мы проводили в течение 1958—1962 г.г. Наблюдательный фотографический материал мы накопили для 24 кратных систем, перечисленных во введении к настоящей работе.

По картам *BD* заранее составлялись карты окрестностей кратных систем, что давало возможность находить необходимый объект в искателе телескопа, после установки последнего по соответствующим координатам. После этого, систему мы отождествляли в главном фокусе

телескопа, для чего вместо кассеты мы крепили пластинку с окуляром, что делало возможным в большинстве случаев видеть все компоненты системы.

Перед наблюдением всегда проверялся ход часового механизма. Средняя экспозиция составляла 30 минут, а во многих случаях — 45 минут.

Наблюдения велись в ясные безлунные ночи при хороших атмосферных условиях. Фотографирование производилось вблизи меридиана, причем мы старались снимать исследуемую систему и стандартную область на одинаковых зенитных расстояниях. Стандартная область фотографировалась сразу-же вслед за исследуемой нами системой.

Данные о звездных величинах кратных систем, которые имеются в *ADS* очень грубы, особенно для компонент. Поэтому, для определения оптимальных экспозиций приходилось делать пробные снимки, в некоторых случаях, даже для отдельных компонент.

Ввиду того, что составляющие звезды кратной системы отличаются друг от друга по блеску, необходимо было вести фотографирование с двумя различными экспозициями. Таким образом, наблюдательный материал в большинстве случаев накапливался отдельно для каждой компоненты. Если в состав кратной системы входила яркая звезда, то мы прибегали к диафрагмированию объектива с помощью диафрагмы диаметром 20 см.

Сначала мы планировали получение наблюдательного материала в трех цветах. Но фотографирование в ультрафиолетовых лучах оказалось весьма трудным из-за малых проницающей силы и разрешающей способности телескопа в этих лучах. Поэтому наблюдательный материал в ультрафиолетовых лучах мы получили для очень немногих трапеций.

Фотопластинки проявлялись при строгом и полном соблюдений режима, обычно принятого в обсерватории при выполнении фотометрических работ. Пластинки Агфа проявлялись в проявителе К. В. Чибисова в течение 8 минут при температуре +18°С, а пластинки Кодак — 6 мин. при той-же температуре.

§ 2. *Астронегативный материал и фотометрические измерения негативов*

Основной фотографический материал, полученный нами в результате четырехлетних наблюдений, длившихся с осени 1958 года, состоит из большого количества фотоснимков исследуемых кратных систем трапеции и стандартных областей, выполненных главным образом, в фотографических и фотовизуальных лучах. Из этих негативов основное применение нашли (как сказано, многие пластинки были получены лишь с целью определения оптимальных экспозиций) 291 пластинка, которые по отдельным кратным системам распределены следующим образом.

ADS 307. №№ 5887—92, 5912—16, 5923, 6305, 6308, 6399, 6402, 6745—46.
ADS 423. №№ 6239—44, 6253—55, 6260—61, 6303, 6373, 6379.
ADS 1209. №№ 6242, 6245—48, 6257, 6262, 6307—08.
ADS 1823. №№ 5955—58, 6271, 6306.
ADS 1877. №№ 6218—29.
ADS 2135 №№ 5927, 5946, 5948, 5950—54, 6309, 6401, 6404.
ADS 2984. №№ 6332, 6331—34, 6338—43.
ADS 3579. №№ 5893—99, 5901, 6235—38, 6249—50, 6581, 6584.
ADS 3940. №№ 6327—30, 6383, 6285, 6404—05, 6407—08.
ADS 4962. №№ 6394—95, 6405—11, 6557—6564.
ADS 5008. №№ 5959—62, 6000—6005.
ADS 6366. №№ 6393, 6567—70, 6572.
ADS 10489. №№ 6168—69, 6175—76, 6213—14, 6557—58, 6664—67.
ADS 10637. №№ 6124—25, 6127—28, 6131, 6133, 6670, 6672.
ADS 11168. №№ 6110—12, 6118—19, 6120—23.
ADS 11179. №№ 6085—86, 6089—90, 6095, 6099, 6138, 6142, 6294—95 6297—98.
ADS 13117. №№ 6170—73, 6174, 6176, 6178—81, 6196, 6201, 6660—63.
ADS 14338. №№ 6108—09, 6115—17, 6128, 6130.
ADS 14831. №№ 5880—86, 6143—44, 6148, 6157—58.
ADS 14969. №№ 5963—64, 5966—68, 5970, 6159, 6164, 6133.
ADS 15184. №№ 6182, 6184, 6193, 6195, 6197—98, 6201—02.
ADS 15679. №№ 5940—42, 5947, 5949, 5964, 6160—61, 6166, 6296—97, 6373, 6375.
ADS 16095. №№ 6184—91, 6194—95, 6199, 6200—02, 6373.
ADS 16474. №№ 5871—78, 5903—10, 5917—19, 5922, 6162—65.

Фотометрические измерения негативов выполнены с помощью фотоэлектрического микрофотометра МФ6 [51]. Средняя квадратическая ошибка измерения при определении фотовизуальных величин оказалась равной $\pm 0^m.01$, для ультрафиолетовых и фотографических звездных величин — $\pm 0^m.02$.

§ 3. *Фотометрическая система и ее связь с системой U, B, V*

В связи с настоящим исследованием мы поставили себе задачей разработать для себя фотометрическую систему, близкую к *U, B, V*.

Избрав для накопления наблюдений к нашему исследованию рефрактор, мы отдавали себе отчет в том, что величины *U* должны получаться у нас заметно отличными от джонсоновских, из-за известного ограниченного пропускания стеклянным объективом излучения звезды в ультрафиолетовой части. Подробное описание фотометрической системы, полученной с использованием 40-см рефрактора дано в работе [26].

Эффективные длины волн нашей фотометрической системы (U_A, B_A, V_A) соответственно равны: 3745, 4325, 5500 ангстрем. Для V_A и B_A они находятся в хорошем согласии с эффективными длинами волн цвета *V* и *B* (Джонсона — Моргана). Однако система *U* у нас получается подобной Капской системе U_c и Крымской системе.

Для вывода редукционных формул перехода от нашей фотометрической системы к системе *U, B, V* мы воспользовались нашими же многочисленными фотографиями галактического скопления М34. Зависимость между нашими визуальными величинами V_A и величинами *V* (Джонсона-Моргана), которая получена в результате решения 28 условных уравнений по способу наименьших квадратов имеет вид:

$$V = V_A + 0.003 - 0.001m - 0.060(B_A - V_A) \qquad (2)$$
$$\pm 0.011 \pm 0{,}001 \quad \pm 0.013$$

Аналогично, решая 28 условных уравнений, получаем (3) — связь нашей системы B_A с системой B.

$$B = B_A + 0.096 - 0.010m + 0.064(B_A - V_A) \qquad (3)$$
$$\pm 0.12 \pm 0.001 \quad \pm 0.015$$

Как видно из уравнений (2) и (3), наши фотовизуальные и фотографические величины очень близки к соответствующим величинам системы U, B, V. Вопрос редукции фотометрических систем подробно рассмотрен в работе А. С. Шарова [52]. В ней же указываются на те трудности которые возникают при редукции двух систем, различающихся в спектральном отношении, особенно в коротковолновой части спектра. В случае, когда две системы в разной мере захватывают область бальмеровского скачка, связь между этими системами является не прямолинейной, а многозначной.

Ввиду этого и поскольку эффективная длина волны нашей системы U_A значительно отличается от эффективной длины волны системы U_A, наши величины U_A к системе U не приводились и вошли в каталог без изменений.

§ 4. Вывод звездных величин

В качестве стандартных звезд для построения характеристических кривых, мы пользовались звездами нескольких рассеянных звездных скоплений: M34, M36, NGC752, NGC6633 и Плеяд [53, 54, 55].

Стандартные области фотографировались, проявлялись и измерялись в условиях, тождественных условиям пластинок исследуемых кратных систем типа Трапеции. Чтобы уменьшить эффект ослабления света в земной атмосфере, мы стремились фотографировать стандартные области и исследуемые системы на одинаковых зенитных расстояниях и это в большинстве случаев возможно было ввиду обильности стандартных областей в системе U, B, V. Правда, в редких случаях, но все-таки бывали отклонения от этого правила и кроме того, несколько исследуемых систем имеют большие отрицательные склонения; поэтому в таких случаях обязательно было редуцировать наблюдаемые звездные величины к зенитному расстоянию стандартных областей.

Основная формула для учета света в атмосфере Земли имеет вид:

$$m_z - m_0 = -\alpha \cdot \frac{\log P}{0.4} [F(z) - 1],$$

где m_z и m_0-звездные величины данной звезды на зенитном расстоянии z и в зените, соответственно; F(z)-оптическая длина пути луча звезды в атмосфере, а $P(\lambda)$-коэффициент прозрачности. Допустим теперь, m_{z1} и m_{z2} равны видимым звездным величинам на двух различных зенитных расстояниях z_1 и z_2. Тогда получаем формулу:

$$m_{z1} - m_{z2} = \alpha[F(z_1) - F(z_2)],$$

где

$$\alpha = -\frac{\log P}{0.4}.$$

Эта формула служила нам для учета поправки за разность зенитных расстояний наблюдаемой системы и стандартной области.

Коэффициент прозрачности $P(\lambda)$, как известно, зависит от высоты места над уровнем моря и от метеорологических условий. Поскольку $P(\lambda)$ может меняться в течение одной ночи, для точной редукции необходимо определять его для каждой ночи наблюдения, но это связано с практическими трудностями и потому при определении звездных величин методами фотографической фотометрии пользуются средним значением $P(\lambda)$.

Коэффициент прозрачности атмосферы в Абастумани для различных длин волн неоднократно и подробно определялся многими авторами [56, 57, 58]. При этом, в большинстве случаев полученные значения весьма близки к соответствующим известным значениям Аббота. Ввиду этого и принимая во внимание, что высота горы Канобили над уровнем моря близка к высоте горы Вильсон, мы сочли возможным пользоваться абботовскими коэффициентами, к соответствующим и используемым длинам волн. Аналогичный случай описан в работе [59]. Коэффициент прозрачности $P(\lambda)$ в нашем случае для длин волн 3745, 4325 и 5500 ангстрем равен соответственно 0.660, 0.780, 0.880. При этих значениях $P(\lambda)$, α принимает значения 0.451 0.270 и 0.139. Поскольку в большинстве случаев зенитные расстояния обработанных снимков небольшие, то поправки за разность зенитных расстояний невелики, будучи порядка средней квадратической ошибки определения звездных величин.

Вывод средних звездных величин мы основывали на определениях по трем негативам, в некоторых случаях —по двум.

В таблице 9 представлены окончательные результаты определения звездных величин составляющих звезд для каждой кратной системы. Средняя квадратическая ошибка одного определения звездной величины в визуальных лучах оказалась равной $\pm 0^m.04$, в фотографических и ультрафиолетовых лучах $\pm 0^m.05$.

§ 8. Спектральная классификация

Спектральная классификация звезд, составляющих кратные системы, является трудной задачей, поскольку в большинстве случаев взаимное расположение звезд системы таково, что при фотографировании спектры накладываются друг на друга.

Ввиду этого из 24 выбранных кратных систем, мы смогли определить спектральные классы для некоторых составляющих 17-ти из них.

Наблюдательный материал накапливался на 70-см менисковом телескопе с помощью двух предобъективных 8°-ой и 4°-ой призм, применяемых попеременно, в зависимости от блеска спектрографируемых звезд.

Данные призмы с большим углом преломления таковы: диаметр 72 см, дисперсия около линии H_γ 165 Å/мм. Преломляющий угол призмы равен 8°12′. В сторону коротких волн спектры простираются до 3500 Å. На фотопластинках с повышенной чувствительностью получаются звезды до 12.5 звездной величины. (Подробное описание телескопа и призмы см. в работе Р. И. Киладзе [60]).

Данные призмы с малым углом преломления таковы: угол преломления 4°00′, дисперсия около линии H_γ 666 Å/мм. На высокочувствительных фотопластинках получается около 14-ой звездной величины.

Для фотографирования некоторых кратных систем призму с малым углом преломления мы поворачивали на 90°. В таких случаях спектр расширяли по склонению с помощью клавиш телескопа.

Некоторые системы с очень слабыми и тесными компонентами были сфотографированы без расширения.

Таким образом мы постарались использовать все инструментальные возможности нашей обсерватории, чтобы определить спектральные

классы как-можно большего количества звезд, составляющих кратные системы.

Подробное описание наблюдательного материала дается в таблице 8.

Таблица 8

№№ п/п.	№ ADS	№ пл.	Дата снимка	Сорт пластинки	Экспозиц. в мин.	Примечание
1	307	2599	7·1·1961	Ильфорд Зенит	2	4°призма, без расширения
		2600	„	„	8	„ „
		2601	„	„	30	„ „
2	423	2572	2·1·1962	Ильфорд Зенит	10	4°призма, повернута на 90°
		2573	„	„	5	„ „
		2587	6·1·1962	„	2	„ „
		2588	„	„	10	„ „
		2602	„	„	20	„ „
3	1209	1896	22·X·1960	Агфа астро	20	8°призма
		2574	2·1·1962	Ильфорд зенит	2	4°призма, повернута на 90°
		2575	„	„	20	„ „
		2589	6·1·1962	„	1	„ „
		2590	„	„	10	„ „
4	1877	1887	21·X·1960	Агфа атро	3	8°призма
		1888	„	„	25	„
5	2135	2577	2·1·1962	Ильфорд Зенит	2	4°призма, повернута на 90°
		2578	„	„	10	„ „
		2594	6·1·1962	„	5	„ „
		2595	„	„	25	„ „
6	2984	2603	7·1·1962	Агфа астро	1	4°призма
		2604	„	„	10	без расширения
7	3579	1867	17·X·1960	Кодак OaO	15	8°призма
		1868	„	„	4,2	„
8	3940	2579	2·1 1962	Ильфорд Зенит	10	4°призма, повернута на 90°
		2596	6·1·1962	„	2	„ „
		2605	7·1·1962	Агфа астро	5	4° призма
		2606	„	„	8	„
9	4962	2582	2·1·1962	Ильфорд Зенит	3	4°призма, повернута на 90°
		2583	„	„	6	„ „
		2584	„	„	20	„ „
		2752	7·3·1962	Агфа астро	1,2	4°призма
		2753	„	„	4,4	„
		2754	„	„	15	„
		2764	8·III·1962	„	—	
10	6366	2580	2·1·1962	Ильфорд Зенит	10	4°призма, повернута на 90°
		2585	„	„	30	„ „
		2597	6·1·1962	„	3	„ „
		2598	„	„	3	„ „
11	11179	1684	12·VIII·1960	Агфа астро	5	8°призма
		1712	19·VIII·1960	Кодак OaO	10	„
12	14338	1685	12·VIII·1960	Агфа аспо	5	8°призма
		1709	18·VIII·1960	Кодак OaO	6	„
		1713	19·VIII·1960	„	10	„
13	14969	1686	13·VIII·1960	Кодак OaO	27	8°призма
		1714	19·VIII·1960	„	2	„
14	15184	1883	21·X·1960	Агфа астро	15	8°призма
		1884	„	„	1,2	„
15	15679	1687	12·VIII·1960	„	10	8°призма
		1710	18·VIII·1960	Кодак OaO	2	„
16	16095	1886	21·X·1960	Агфа астро	30	8°призма
		2570	2·1·1960	Ильфорд Зенит	10	8°призма, повернута на 90°
		2571	„	„	3	4°призма, повернута на 90°
		2586	6·1960	„	5	„
17	16474	1716	19·VIII·1960	Агфа астро	2	8°призма
		1717	„	Кадак OaO	30	„

Для определения спектральных классов и светимостей мы пользовались критериями спектральной классификации [61], разработанными по спектрам, полученным 8° и 4° призмами и внедренными в практику обсерватории.

Определение спектральных классов 8° призмой производилось с точностью одного подкласса, а 4° — с точностью в два подкласса.

Результаты спектральной классификации даны в таблице 9 (Глава III).

Глава III

КАТАЛОГ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН И СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ ЗВЕЗД КРАТНЫХ СИСТЕМ ТИПА ТРАПЕЦИИ

В настоящей главе сведены все данные наших наблюдений и измерений для 24 кратных систем типа Трапеции (таблица 9).

В таблице, наряду с порядковыми номерами и номерами систем по общему каталогу Эйткена, со средней эпохой наших наблюдений, и наименованиями компонент, даны расстояния и позиционные углы, вычисленные относительно главной звезды А. Средние квадратические ошибки указаны под значениями расстояний углов. Далее наряду с обозначениями компонент в каждой системе, даны визуальные V, фотографические B и ультрафиолетовые U_A — звездные величины, причем величины V и B приведены к соответствующим величинам системы U, B, V. Величины U_A к системе U (Джонсона-Моргана) не приводились и вошли в каталог без изменений. В последнем столбце представлены спектральные классы.

Таблица 9

№№ п/п № ADS и эпоха наблюдения	Компоненты	ρ и Eρ	Θ и E	Компоненты	V	B	U_A	S_p
1 307 1961·01	B—A	9″·587 ±0·040	82.°47 ±0·18	A	$8^m.33$	$8^m.31$		B2
				B	11·19	11·25		B_5
	C—A	23·502 ±0·039	55·85 ±0·14	C	12·88	13·10		—
				Д	12·07	12·81		F_5
	Д—A	44·718 ±0·046	81·25 ±0·10					
2 423 1961·11	B—A	5·822 ±0·048	353 01 ±0·11	A	10·96	10·94		B8
				B	11·66	11·68		Bo III
	C—A	46·847 ±0·037	336·55 ±0·07	C	9·74	9·91		A5
				Д	9·97	9·99		
	Д—A	51·084 ±0·047	145·52 ±0·10	E	10·28	10·49		
				F	11·14	11·63		
	E—A	112·373 ±0·032	170·88 ±0·03					
	F—A	152·101 ±0·028	114·84 ±0·04					
3 1209· 1961·41	B—A	13·877 ±0·032	142·56 ±0·14	A	7·32	7·49		
				B	9·98	10·19		
	C—A	28·273 ±0·019	146·66 ±0·18	C	11·87	11·83		
4 1823 1960·56	B—A	16·697 ±0·050	169·02 ±0·19	A	11·12	11·59		
				B	12·64	12·72		
	C—A	15·425 ±0·058	24·23 ±0·23	C	11·01	11·39		

Продолжение таблицы 9

№№ п/п	№ ADS и эпоха наблюдения	Компоненты	ρ и E_ρ	Θ и E_θ	Компоненты	V	B	U_A	S_p
5	1877	B—A	14″·780	103·94	A	8ᵐ·60	8·56	8ᵐ·31	B_2V
	1961·38		±0·035	±0·03	B	11·14	11·26	11·10	B9
		A′—A	39·013	262·94	A′	10·22	10·18	10·07	B_2V
			±0·027	±0·03	B′	11·02	11·21	11·22	B8
		B′—A	53·180	252·36					
			±0·024	±0·01					
6	2135	B—A	11 332	285·55	A	8·02	7 94		B6
	1961·12		±0·042	±0·08	B	12·32	12·26		
		C—A	24·356	21·37	C	10·49	11·53		
			±0·037	±0·10	Д	12·90	13·41		
		Д—A	33·423	66·60					
			±0·032	±0·05					
7	2984	B—A	17·869	303·83	A	7·05	7·14	6·95	[illegible]
	1961·15		±0·025	±0·10	B	7·08	7·18	6·10	B6
		C—A	138·602	77·12	Д	11·04	—	—	—
			±0·044	±0·02	E	11·43	—	—	—
		Д—A	11·018	4·50					
			±0·048	±0·13					
		E—A	36·540	319·01					
			±0·035	±0·12					
8	3579	B—A	39·262	305·13	A	5·93	5·86	6·03	B8
	1961·33		±0·031	±0·05	B	7·42	7·33	7·23	B6
		C—A	54·233	88·88	C	9·62	9·89	9·90	A0
			±0·032	±0·02					
9	3940	B—A	17·365	68·81	A	8·60	8·80	7·88	B2
	1961·15		±0·028	±0·08	B	9·64	9·72	9·89	B2IV
		C—A	48·654	154·30	C	9·62	9·78	9·56	B_3V
			±0·022	±0·02					
10	4962	B—A	59·442	258·27	A	7·30	7·20		B5
	1962·94		±0 040	±0·01	B	9·02	9·14		B9
		C—A	46·642	253·81	C	12·20	12·08		
			±0·031	±0·03	Д	7·58	7·57		B8
		Д—A	265·443	23·60	E	11·82	12·98		
			±0·033	±0·03					
		E—A	84·217	255·16					
			±0·015	±0·02					
11	5008	B—A	7·488	318·88	A	9·88	10·63		
	1961·30		±0·042	±0·14	B	11·44	11·64		
		C—A	15·206	323·94	C	12·35	12·66		
			±0·035	±0·08					
12	6366	B—A	17·180	9·70	A	8·27	8·39		B9
	1961·78		±0·023	±0·09	B	9·26	9·35		B9
		C—A	25·493	88·88	C	12·64	12·72		
			±0·034	±0·18					
13	10489	B—A	9·727	269·37	A	9·95	11·04		
	1962·49		±0·030	±0·17	B	10·57	11·11		
		C—A	10·366	63·53	C	11·78	12·60		
			±0·046	±0·13					
14	10637	B—A	12·588	275·20	A	10·48	10·97		
	1961·98		±0·028	±0·24	B	12·03	12·48		
		C—A	14·817	250·78	C	12·42	12·90		
			±0·032	±0·10					
15	11168	B—A	7·654	121·87	A	8·24	8·88	8·46	
	1961·96		±0·021	±0·13	B	9·14	9·33	9·00	
		C—A	13·589	238·48	C	9·91	9·99	9·75	
			±0·023	±0·08					
16	111·79	B—A	31·216	100·02	A	10·15	10·62	10·53	F_5
	1962·50		±0·023	±0·08	B	10·40	10·88	10·80	F_5

Продолжение таблицы 9

№№ п/п	№ ADS и эпоха наблюдения	Компоненты	ρ и E_ρ	Θ и E_θ	Компоненты	V	B	U_A	S_p
		C—A	40·261	122·72	C	12ᵐ·30	13ᵐ·15	—	—
			±0·028	±0·09					
17	13117	B—A	9·349	22·36	A	6·16	6·38		
	1961·8		±0·023	±0·13	B	9·56	9·59		
		C—A	16·273	176·56	C	11·70	—		
			±0·010	±0·19					
18	14338	B—A	12·218	240·58	A	10·50	13·52		
	1961·26		±0·051	±0·03	B	11·09	11·52		A_1
		C—A	18·699	142·73	C	11·96	12·94		
			±0·032	±0·25					
19	14831	B—A	15·296	220·10	A	4·36	4·22		
	1961·68		±0·028	±0·22	B	10·43	—		
		C—A	21·718	182·53	C	10·45	—		
			±0·013	±0·33					
20	14969	B—A	33·353	28·82	A	6·00	5·66		B2II
	1961·33		±0·032	±0·00	B	12·17	—		
		C—A	53·432	95·79	C	10·40	10·87		Fe
			±0·027	±0·03					
21	15184	B—A	11·852	120·23	A	5·87	5·81	4·58	B0I
	1961·14		±0·022	±0·07	C	8·11	8·10	7·44	—
		Д—A	19·778	339·08	Д	8·10	8·22	7·50	B8
			±0·016	±0·05					
22	15679	B—A	27·179	110·17	A	6·63	6·56	6·45	B9
	2961·52		±0·028	±0·03	B	9·94	10·12	10·19	A5
		C—A	43·523	—	C	13·75	—	—	—
23	16095	B—A	22·526	185·53	A	5·88	5·73	4·55	B2I
	1961·74		±0·030	±0·07	B	6·60	6·41	5·30	B2I
		C—A	48·894	168·37	C	10·50	10·40	10·22	—
			±0·018	±0·09	Д	9·01	8·95	8·77	B5
		Д—A	81·824	144·24					
			±0·030	±0·01					
24	16474	B—A	19·457	49·69	A	6·43	6·36		B6
	1961·72		±0·011	±0·10	B	10·11	10·13		B8
		C—A	56·037	80 22	C	10·31	11·10		F2
			±0·014	±0·05					

Март, 1963.

ტრაპეციის ტიპის ჯერად სისტემათა ვარსკვლავების ფარდობითი მდებარეობანი, ვარსკვლავიერი სიდიდეები და სპექტრული კლასები

გ. სალუქვაძე

(რეზიუმე)

აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში 1958 წლიდან სისტემატურად წარმოებს ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების ფოტოგრაფიული დაკვირვებები ამ სისტემების შემადგენელი ვარსკვლავებისათვის ფოტომეტრიული. სპექტრული და ასტრომეტრიული მახასიათებლების კატალოგის შესადგენად.

წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ტრაპეციის ტიპის შემდეგი ჯერადი სისტემების: ADS 307, 423, 1209, 1823, 1877, 2135, 2984, 3579, 3940, 4962, 5008, 6366, 10489, 10637, 11168, 11179, 13117, 14338, 14831, 14969, 15184, 15679, 16095, 16474, შემადგენელი ვარსკვლავების ფარდობითი მდებარეობანი. ვარსკვლავიერი სიდიდეები და სპექტრული კლასები.

ვარსკვლავიერი სიდიდეებისა და ფარდობითი მდებარეობების განსაზღვრის მიზნით დაკვირვებები წარმოებდა 40 სმ- რეფრაქტორის მთავარ ფოკუსში (საფოკუსო მანძილი=680 სმ), ავტორის მიერ ამ მიზნებისათვის საგანგებოდ დამზადებული ფოტოგრაფიული კამერით.

მკრთალი სისტემების ფოტოგრაფირებისას ფირფიტაზე მიიღებოდა ერთი გამოსახულება, შედარებით კაშკაშა ჯერადი სისტემის შემთხვევაში კი 2-დან 9 გამოსახულებამდე.

ჯერადი სისტემების მართკუთხოვანი კოორდინატების გაზომვა შესრულებულია კოორდინატების საზომ პრეციზიულ ხელსაწყოზე КИМ-3. აღნიშნული ხელსაწყო გამოკვლეულია ავტორის მიერ ა. ხატისოვთან ერთად.

მასშტაბი განისაზღვრა სხვადასხვა ტემპერატურაზე, გალაქტიკური გროვის M 34-ის ვარსკვლავებს შორის მანძილების გაზომვის შედეგად. ტემპერატურის 20°-ით შეცვლისას იგი იცვლება დაახლოებით 0″.007-ით. საშუალო მასშტაბი კი ტოლია 30″.593-სა.

გაზომილ კოორდინატებში შეიტანებოდა შესწორებები პირველი რიგის რეფრაქციაზე, რომელთა გამოსათვლელად შედგენილია ცხრილი და გრაფიკები.

სულ 24 ჯერადი სისტემისათვის მიღებულია 102 ფოტოგრაფიული ფოტოფირფიტა; თითოეული ჯერადი სისტემისათვის— საშუალოდ 4—5 ფოტოგრაფიული ფირფიტა.

ფოტომეტრიულ სისტემად შერჩეული იქნა სამფეროვანი ფოტომეტრიული სისტემა, რომელიც ახლოსაა ჯონსონისა და მორგანის სამფეროვან ფოტომეტრიულ სისტემასთან.

ავტორის მიერ მიღებული ფოტომეტრიული სისტემის (U_A, B_A, V_A) ეფექტიური ტალღის სიგრძეები შესაბამისად ტოლია 3745, 4325 და 5500 ანგსტრემისა. V_A და B_A ფერების ეფექტიური ტალღის სიგრძეები კარგ თანხვედნაშია ჯონსონისა და მორგანის V და B ფერების ეფექტიურ ტალღის სიგრძეებთან.

გამოყვანილია სარედუქციო ფორმულები, რომლებიც ამყარებს V_A და B_A სიდიდეების კავშირს ჯონსონისა და მორგანის შესაბამის სიდიდეებთან.

ვარსკვლავიერი სიდიდის ერთი განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცდომილება ვიზუალურ სხივებში ტოლია $\pm 0^m.04$ ფოტოგრაფიულ და ულტრაიისფერ სხივებში კი $\pm 0^m.05$.

70-სმ მენისკურ ტელესკოპზე მორგებული 8°-იანი და 4°-იანი წინასაობიექტივო პრიზმების გამოყენებით განსაზღვრულია ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების ვარსკვლავების სპექტრული კლასები.

8°-იანი პრიზმით სპექტრული კლასების განსაზღვრა მოხდენილია ერთი ქვეკლასის სიზუსტით, 4°-იანი პრიზმით კი ორი ქვეკლასის სიზუსტით.

ცხრილში 9 მოცემულია 24 ტრაპეციის ტიპის ჯერადი სისტემების ვარსკვლავებისათვის ფარდობითი მდებარეობანი, ვარსკვლავიერი სიდიდეები და სპექტრული კლასები. მანძილები და პოზიციური კუთხეები მოცემულია დაკვირვების საშუალო ეპოქისათვის. პოზიციური კუთხეები გამოთვლილია მთავარი A ვარსკვლავის მიმართ. მოცემულია მანძილებისა და პოზიციური კუთხეების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცდომილებები. მოცემულია აგრეთვე ჯერადი სისტემების თითოეული კომპონენტისათვის ვიზუალური, ფოტოგრაფიული და ულტრაიისფერი ვარსკვლავიერი სიდიდეები. ამასთანავე ვიზუალური და ფოტოგრაფიული ვარსკვლავიერი სიდიდეები მიყვანილია ჯონსონისა და მორგანის შესაბამის სიდიდეებთან. ცხრილის უკანასკნელ სვეტში მოცემულია სპექტრული კლასები.

RELATIVE POSITIONS, MAGNITUDES AND SPECTRAL CLASSES OF TRAPEZIUM TYPE MULTIPLE SYSTEMS

G. N. SALUKVADZE

(Summary)

The photographic observations of Trapezium type multiple systems are systematically carried out in the Abastumani Astrophysical Observatory since 1958 in order to prepare the catalogue of photometric, spectral and astrometric characteristics for the components of these systems.

In the present paper relative positions, magnitudes and spectral classes are given for the components of the following Trapezium type multiple systems: ADS 307, 423, 1209, 1823, 1877, 2135, 2984, 3579, 3940, 4962, 5008, 6366, 10489, 10637, 11168, 11179, 13117, 14338, 14831, 14969, 15184, 15679, 16095, 16474.

In order to determine magnitudes and relative positions the observations were carried out at the primary focus (F=680 cm) of 40 cm refractor.

When photographing faint systems one image, but in the case of comparatively bright multiple systems from 2 to 9 images on the plate were received.

The rectangular coordinates of the multiple systems were measured on a measuring machine КИМ-3.

The scale was determined at different temperatures by measuring stellar distances in M 34. When the temperature was changed by 20°, the scale changed by 30″. 593.

Corrections for the first order refraction have been applied. On the whole 102 photographic plates are obtained for 24 multiple systems, at an average 4—5 photographic plates for each multiple system.

Three color photometry standing near Johnson's and Morgan's U, B, V system was chosen as a photometry system.

The effective lengths for the photographic system (U_A, B_A, V_A) obtained by the author are accordingly 3745, 4325 and 5500 Å.

A mean square error for one determination of magnitude in visual rays is $\pm 0^m.04$, in photographic and ultraviolet ones it equals $\pm 0^m.05$.

The spectral class of stars of Trapezium multiples is determined by means of 8° and 4° objective prism spectra (70 cm meniscus type telescope).

Relative positions of stars for 24 Trapezium type multiple systems, magnitudes and spectral classes are given in table 9.

The distances and position angles are given for a mean epoch of the

observation. The position angles are computed with respect to main A star. Mean square errors of determination of distances and position angles are given. Visual, photographic and ultraviolet magnitudes for each component of the multiple systems are also given.

Besides visual and photographic magnitudes are reduced to corresponding ones of Johnson and Morgan.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Blaauw A. The evolution of expanding stellar associations: The age and origin of the Scorpio-Centaurus group. BAN, 1952, **11**, 433, 414—440.
2. Маркарян Б. Е. Звездная ассоциация Цефей II. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. 1959, **11**, 3—18.
3. Blaauw A., Morgan W. W. Expanding motions in the Lacerta aggregate. Aph. J. 1953, **117**, 256—263.
4. Копылов И. М. О-ассоциация в Скорпионе и ее неустойчивость. Докл. АН СССР 1953, **90**, 6, 975—978.
5. Копылов И. М. К вопросу об ассоциации в Скорпионе. Изв. Крым. астрофиз. обс. 1954, **11**, 81—90.
6. Артюхина Н. М. Собственные движения звезд ассоциации Цефей II. Астрон. Журн. 1954, **31**, 264—266.
7. Delhage L., Blaauw A. New proper motions in the Persei association. BAN. 1953, **12**, 448, 72—75.
8. Мирзоян Л. В. О расширении ассоциации. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. **29**, 81—105.
9. Тороиджадзе А. Ф. Особенности движения звезд спектральных классов О и В и расширение звездных ассоциаций. Докл. АН СССР, 1950, **74**, 3, 441—443.
10. Амбарцумян В. А. Эволюция звезд и астрофизика. Ереван, АН Арм. ССР, 1947.
11. Амбарцумян В. А. Звездные ассоциации. Астрон. Журн. 1949, **26**, 3—9.
12. Амбарцумян В. А., Маркарян Б. Е. Звездная ассоциация вокруг ρ Лебедя. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. 1949, **2**, 3—17.
13. Амбарцумян В. А. Кратные системы типа Трапеции. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. 1954, **13**, 1—35.
14. Амбарцумян В. А. О вероятности кажущихся кратных систем типа Трапеции Ориона. ДАН Арм. ССР 1951, **13**, 4, 97—103.
15. Амбарцумян В. А. К статистике кратных систем типа Трапеции. ДАН Арм. ССР, **13**, 5, 129—132.
16. Aitken R. G. New General Catalogue of double stars. Carnegie Institution of Washington, 1932.
17. Sharpless S. Multiple star systems in emission nebulae. Aph. J. 1954, **119**, 2, 334—343.
18. Паренаго П. П. Исследование звезд в области туманности Ориона. Труды второго совещания по вопросам космогонии, 1953, 334—351.
19. Паренаго П. П. О звездах туманности Ориона. Астрон. Журн. 1953, **30**, 3, 249—264.
20. Паренаго П. П. Исследование звезд в области туманности Ориона. Труды ГАИШ 1954, 25, 1—547.

21. Ахундова Г. В. Исследование собственных движений звезд в области ассоциации Ориона. Изв. Пулков. обс. 1957, **21**, 160, 83—115.
22. Маркарян Б. Е. О классификации открытых звездных скоплений. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. 1950, **5**, 3—34.
23. Маркарян Б. Е. О классификации открытых (галактических) звездных скоплений II. Сообщ. Бюрак. астрофиз. обс. 1951, **9**, 3—40.
24. Амбарцумян В. А. Вопросы астрометрического изучения звездных ассоциаций. Труды 10-ой Всесоюзной астрометрической конференции, 1954, Ленинград, 66—68.
25. Амбарцумян В. А. О происхождении и развитии звезд и звездных систем. Труды второго совещания по вопросам космогонии, 1953, 1—78.
26. Салуквадзе Г. Н. Опыт построения трехцветной фотометрической системы с помощью 40-см рефрактора Абастуманской астрофизической обсерватории. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1961, **26**, 105—127.
27. Sternberg P. Observations photographiques d'etoiles doubles. AN, **170**, 1907, 4065, 133.
28. Штернберг П. Некоторые применения фотографии к точным измерениям. 1914, Москва.
29. Hertzsprung E. Photographische Messungen von Doppelsternen. Public. Astroph. Observ. zu Potsdam, 1920, 75.
30. Holmberg E. A determination of the mass ratios and parallaxes of Castor and 70 Ophiuchi. A. J. 1942, **50**, 1145, 100—105.
31. Strand K. Aa. The Triple System μ Draconis. The Triple System ξ Bootis. PASP, 1943, **55**, 26—29.
32. Strand K. Aa. The astrometric study of unseen companions in double stars. Aj. 1944, **51**, 1149, 12—13.
33. Дейч А. Н. Орбита и масса темного спутника двойной звезды 61-ой Лебедя. Изв. Пулков. обс. 1948, **18**, 146, 1—28.
34. Дейч А. Н. О темном спутнике 61 Лебедя. Изв. Пулков. обс. 1957, **21**, 160, 62—82.
35. Дейч А. Н. Исследования движения темного спутника 61 Лебедя III. Изв. Пулков. обс. 1960, **22**, 166, 138—149.
36. Странд К. А. Фотографические измерения двойных звезд (перевод А. Н. Дейча) Астрон. Журн. 1960, **37**, 6, 1107—1113.
37. Шукстова З. Н. Фотографические наблюдения двойных звезд на Московской обсерватории. Труды ГАИШ 1961, **30**, 3—74.
38. Voûte J. Sur l'utilisation du prisme á reversion pour la measure de l'angle de position des etoiles doubles. JO. 1954, **37**, 9, 113—118.
39. Strand K. Aa. Photographic observations of double stars made with the 24-inch Sproul refractor. AJ. 1946, **52**, 1157, 1—21.
40. Курс астрофизики и звездной астрономии, т. I, под редак. А. А. Михайлова, 1951, Москва-Ленинград.
41. Бугославская Е. А. Фотографическая астрометрия, 1947, Москва.
42. Strand K. Aa. Photographic measures of double stars, Annals of the Dearborn, observatory of Northwestern University. 1954, **7**, 1, 1—30.
43. Brüggemann H. Der offene Sternhaufen M34. Astr. Abh. der Hamburger Bergedorf Sternwarte. 1935, 4 7.
44. Голикова Т. И. Определение температурного изменения масштаба 380-см астрографа Московской обсерватории по измерениям в Плеядах. Сообщ. ГАИШ, 1961, 104, 61—67.

45. Strand K. Aa. The present status of double star astronomy. AJ. 1954, **59**, 2, 61—66.
46. Ionckheere R., Coutean P. Une rectification importante au Catalogue ADS, JO, 1953, **36**, 4, 44—46.
47. Böttger G. Photographische Doppelsternmessungen mit einem Refraktor von 182 cm Brennweite. AN. 1958, **284**, 4, 177—181.
48. Старикова Г. А. Относительные положения и звездные величины компонент звезд типа Трапеции. Астрон. Журн. 1959, 2, 374.
49. Hertzsprung E. Photographic measures of double stars made on plates taken with the 36-inch refractor of the Lick Observatory. BAN, 1940, 9, 330, 113—116.
50. Cüntzel-Lingner U. Photographische Messungen von Doppelsternen von 1953, 3 bis 1957, 6. Publ. Astroph. Observ. zu Potsdam, 1962, **30**, 101, 1—70.
51. Гольдберг-Рагозинская Н. М. Определение фотометрических стандартов в площадках Пулковского каталога внегалактических туманностей. Изв. Пулков. обс. 1958, 162, 94—103.
52. Шаров А. С. Современное состояние проблемы фотометрических систем и стандартов звездных величин и показателей цвета. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, **27**, 133—150.
53. Johnson H. L. Magnitudes and colors in M34. Aph. J. 1954, **119**, 185—187.
54. Johnson H. L. Magnitudes and colors in NGC 752. Aph. J. 1953, **117**, 356—360.
55. Hiltner W. A., Iriarte B., Johnson H. L. The galactic cluster NGC 6633. Aph. J. 1958, **127**, 539—543.
56. Каландадзе Н. Б. Определение абсолютных величин слабых звезд поздних спектральных классов (G и K) по спектрам, полученным с объективной призмой. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1949, **10**, 64—123.
57. Мегрелишвили Т. Г. Изучение некоторых физических свойств высоких слоев атмосферы методом электрополяриметрии сумерек. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1948, **9**, 1—142.
58. Магалашвили Н. Л. Электроколориметрия затменной переменной U Змееносца. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1949, **10**, 45—62.
59. Алания И. Ф. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефеид. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1958, **23**, 1—67.
60. Киладзе Р. И. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70 см менисковым телескопом. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1959, **24**, 35—84.
61. Харадзе Е. К., Бартая Р. А. О двухмерной спектральной классификации звезд с применением предобъективной призмы. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, **25**, 139—154.

РАЗВИТИЕ ХРОМОСФЕРНЫХ ВСПЫШЕК

Т. С. РАЗМАДЗЕ и Н. З. ГОГОСАШВИЛИ

В статье приводятся кривые развития хромосферных вспышек, наблюдавшихся в Абастуманской астрофизической обсерватории в 1960 году с помощью хромосферного телескопа АФР-2. Были выбраны 10 вспышек — наибольшие из наблюденных. Описание методики, а также и кривые развития вспышек за 1958-59 годы можно найти в работах [1, 2]. Некоторые данные о вспышках приведены в таблице; объяснение к ней и к кривым даны в [2].

№ п/п.	Дата 1960	Всемирное время наблюд. нач.	конец.	макс.	Координаты λ	φ	L	Мощность	Условия наблюдений	Примечания
1	4·II	8ч.38м.	9ч.05м.	8ч.48м.	+ 8°	+39	189°	2	1	
2	29·III	6 56	10 16	7 11	+11	−33	126	2+	3	
3	8·VI	7 35	8 40	7 47	+34	+35	337	2+	3	Одна и та же область
4	10·VI	6 35	7 04	6 38	+35	+65	340	2+	3	
5	13·VI	7 25	8 05	7 37	+18	+28	263	2	3	
6	14·VIII	5 15	6 55	5 30	+21	+ 5	140	2+	3	
7	15·VIII	5 18	6 16	5 29	+20	+17	138	1+	3	Одна и та же область
8	2·IX	7 03	9 06	7 10	+18	+23	266	2+	3	
9	21·IX	8 30	8 48	8 35	+21	−58	293	2	3	
10	20·XII	8 33	9 18	8 45	−17	+75	320	2	3	

На фото представлены фотографии вспышек в моменты или вблизи максимумов.

Краткая характеристика вспышек. Вспышка № 1, 4.II.1960 г. в области большой группы пятен и большого, точечной структуры флокула. Поблизости расположено большое дугообразное волокно. Вспышка состояла из трех центров, которые начали развиваться почти одновременно с небольшим сдвигом моментов максимума. Интенсивность главного центра больше, чем в три раза превышает интенсивность соседней невозмущенной хромосферы, при более остром подъеме яркости и кратковременном максимуме. Максимумы остальных, более слабых центров гораздо более низки, более длительны и с колебаниями. Изменение площади вначале проходило как изменение площади отдельных центров; затем, вблизи максимума яркости, они соединились так, что трудно было отграничить их друг от друга. Общая площадь изменялась параллельно изменению яркости.

Вспышка № 2, 29.III.1960 г. развилась в области яркого флоккула. Сначала выделялся один центр, слабо меняющий свою интенсивность. Затем возник второй и т. д., до шести центров. В максимуме область вспышки была сплошной и довольно протяженной (около 10°). Различные центры вспышки отличались по характеру развития. Два наиболее ярких центра (1, 2) начали развиваться одновременно, но достигли наибольшей яркости в разное время. Их максимумы характеризовались

колебаниями и различались продолжительностью. Максимум яркости центра 1 был более кратковременный, а для второго центра длился почти 20 минут. Яркость в максимуме больше чем в 2.6 раза превышала яркость соседней невозмущенной хромосферы. Центры 1, 2, 3, можно сказать, были нормальными в том смысле, что имели все три фазы изменения яркости. Остальные центры начали развиваться либо внезапно у максимальной яркости (ц 6), либо на сравнительно высоком уровне интенсивности до максимума (ц. 5), а то и внезапно гасли после максимума, как бы соединяясь с другим центром (ц. 4). Развитие центра 3 отмечалось двумя максимумами, которые были весьма различны по характеру развития. Ветви подъема яркости для более слабых центров вспышки отмечались заметными колебаниями и еще большими колебаниями — ветви спада яркости всех центров. Вспышка была связана с большой группой пятен возрастающей стадии (подробное описание этой вспышки см. в статье [3]). Изменение общей площади всех центров проходило параллельно изменению интенсивности; отмечались большие колебания вблизи максимума.

Вспышка № 3, 8.VI.1960 г. была связана с многоцентровой и возрастающей группой пятен, которые имели полутени неправильной формы. Вспышка состояла из 5 центров. Все центры имели широкие максимумы. Два центра (3,5) отличались сравнительно быстрым подъемом и высоким максимумом. Второй из последних развился на 10 минут позже и начал спадать на более высоком уровне яркости. Остальные центры все разгорелись почти одновременно. Изменение площади четырех центров 2, 3, 4, 5, вместе взятых, проходило также с широким колеблющимся максимумом. Площадь центра 1 показала слабо заметное изменение с пологим максимумом.

Вспышка № 4, 10. VI.1960 г. в области больших пятен состояла из двух центров. Связанное со вспышкой волокно явно изменяло свою интенсивность в более поздней стадии вспышки. Изменение яркости обоих центров вспышки проходило почти в точности параллельно. Спад яркости шел с большими колебаниями. Площади для обоих центров вспышки в отдельности изменялись подобно изменению яркости. Их максимумы в точности совпадали.

Вспышка № 5, 13.VI.1960 г. в области групп маленьких пятен и пор состояла из пяти центров, которые разгорелись почти одновременно, но характер их изменения был различным и максимум яркости достигался в разное время. Точка, возникшая раньше других, изменяла яркость с большими колебаниями и имела широкий и невысокий максимум также с колебаниями. Развитие второго центра характеризуется кривой как бы неправильной формы; время роста яркости больше времени спада, хотя вскоре этот же центр имел второй, но сравнительно низкий максимум. Этот центр, также как и центр 3, имел острый максимум яркости. В отличие от остальных, центры 4 и 5 имели более высокие, но широкие максимумы; таким образом, разные центры, составляющие вспышку, проявляли различный характер развития.

Еще до развития вспышки, расположеное у края флоккула, в котором возникла вспышка, волокно заметно изменяло интенсивность, то как-бы вовсе исчезая, то становясь слабым, чуть заметным. Оно совсем исчезло при максимуме вспышки (7 ч. 36 м. — 7 ч. 38 м.), после чего было видимо как пятно, вскоре ставшее размытым. Затем волокно расширилось и, постепенно удлиняясь разветвлилось и стало более четким. Оно достигло максимальной длины, ширины и разветвления в 7 ч. 48 м. (почти к концу вспышки); к 7 ч. 54 м. осталась

только одна ветвь, которая стала постепенно укорачиваться. После угасания вспышки в 8 ч. 8 м. волокно осталось в виде чуть удлиненного размытого, но отчетливо заметного пятна. Изменение площади вспышки проходило с большими колебаниями.

Вспышка № 6, 14.VIII.1960 г. в области больших пятен состояла из 9 центров. Характеризовалась весьма быстрым подъемом яркости без колебаний и весьма частыми колебаниями на спаде. Разные центры этой вспышки развивались по разному. Центры 1 и 3 начали активизироваться одновременно. На пять-шесть минут позже начали развиваться центры 2, 4, 5, 8 и еще позже развились два центра (6, 7), обнаружившие параллельный ход изменения интенсивности, причем при двух максимумах для каждого. Любопытно, что центр 5 развивался с большими колебаниями яркости и сразу же после максимума погас как-бы соединяясь с центром 6. Изменение общей площади всех центров проходило параллельно изменению интенсивности большинства из центров.

Вспышка № 7, 15.VIII.1960 г. Та же область больших пятен, что и для предыдущей. Поблизости находилось темное волокно. Вспышка состояла из трех центров. Два из них начали развиваться одновременно и погасли примерно вместе и раньше, чем третий центр, который развился на пять минут позже и начал спадать сравнительно медленнее и на более высоком уровне яркости. Изменение площади первого центра немного запоздало относительно изменения яркости. Изменение общей площади центров 2 и 3 началось одновременно с изменением яркости и имело островершинный максимум, который приходился на середину максимумов яркости. Имелся второй горб (значительно более низкий) на спаде интенсивности центров 2 и 3.

Вспышка № 8, 2.IX.1960 г. в области многочисленных пятен и длинных, с изгибами, не очень темных волокон интересна своей формой (см. Фото), но не была быстро изменяющейся по яркости. Активизация области вспышки длилась больше чем полтора часа. Разные центры вспышки начали активизироваться в разное время и все центры шли к максимуму весьма медленно. Максимумы яркости всех центров невысокие, а ветви роста — с многочисленными колебаниями. Вспышка приняла форму почти круглой арки, растянувшейся вокруг пятна. Она постепенно расширялась и впоследствии из нее образовалась система дуг и точек. Центры 1 и 3, также как 5 и 6 как-бы соединились друг с другом на спаде яркости. Ввиду близости центров вспышки, была отсчитана общая площадь, которая показывала явное изменение с запозданием максимума относительно максимумов яркости всех центров.

Вспышка № 9, 21.IX. 1960 г. в области больших пятен и волокна возникла почти у основания, т. е. в непосредственной близости к большому пятну. Вспышка была кратковременной, но четко выраженной фазами развития; характеризовалась быстрым подъемом (без зигзагов), острым максимумом и быстрым же спадом с некоторыми неглубокими колебаниями. Изменение площади почти в точности такого же характера, т. е. совпадает с изменением яркости.

Вспышка № 10, 20.XII.1960 г. вблизи края диска Солнца возникла в области яркого флоккула, с которым связано большое волокно, на продолжении которого у края был виден не очень яркий протуберанец. Во время вспышки ни волокно, ни протуберанец не обнаруживали изменения. Яркость вспышки у максимума колебалась. Спад был кратковременным и с колебаниями. Изменение площади проходило примерно подобно изменению яркости.

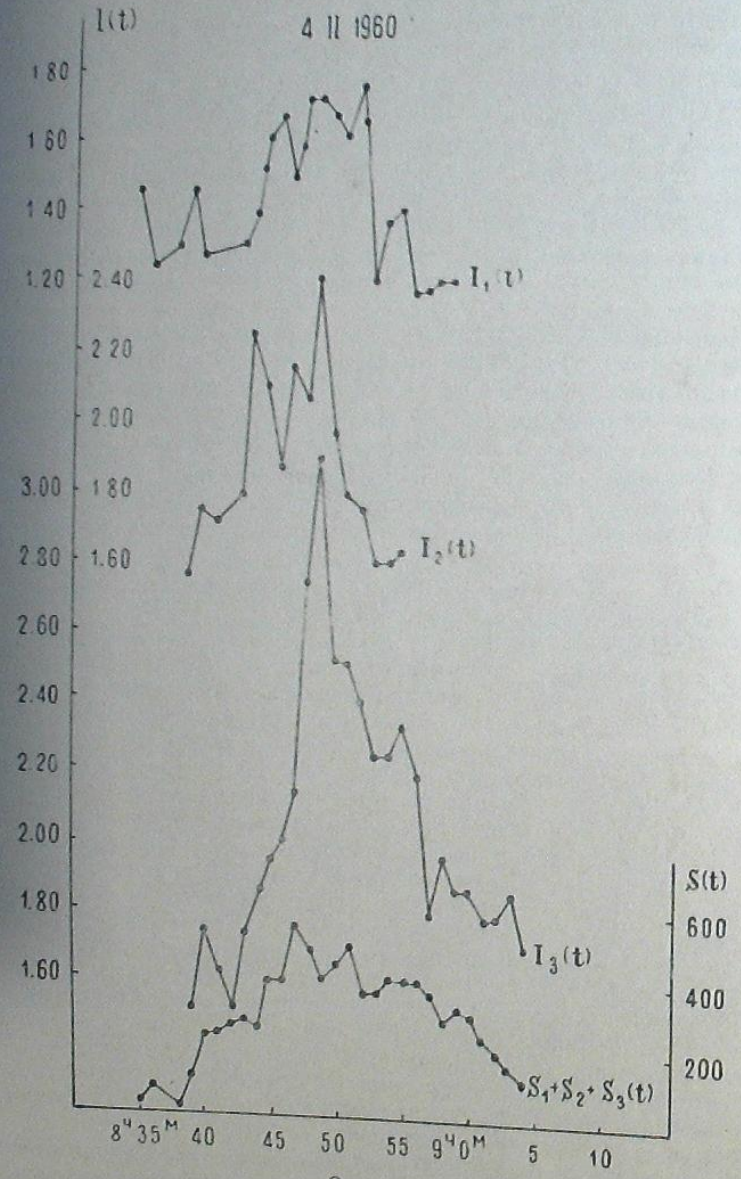

I(t)
4 II 1960
1.80
1.60
1.40
1.20
2.40
2.20
2.00
3.00
1.80
1.60
2.80
2.60
2.40
2.20
2.00
1.80
1.60
$I_1(t)$
$I_2(t)$
$I_3(t)$
$S_1+S_2+S_3(t)$
S(t)
600
400
200
8^h35^m 40 45 50 55 9^h0^m 5 10

Рис. 1

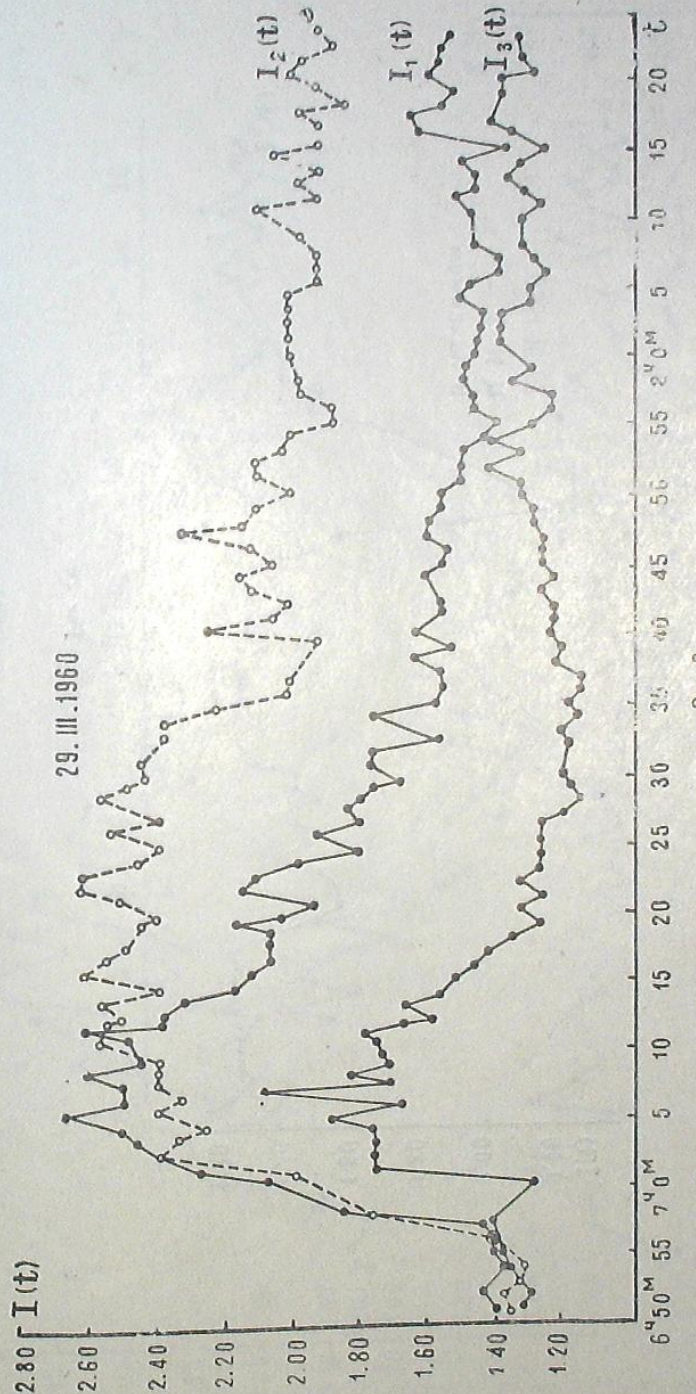

29. III. 1960
I(t)
2.80
2.60
2.40
2.20
2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
$I_2(t)$
$I_1(t)$
$I_3(t)$
6^h50^m 55 7^h0^m 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 8^h0^m 5 10 15 20
t

Рис. 2 а

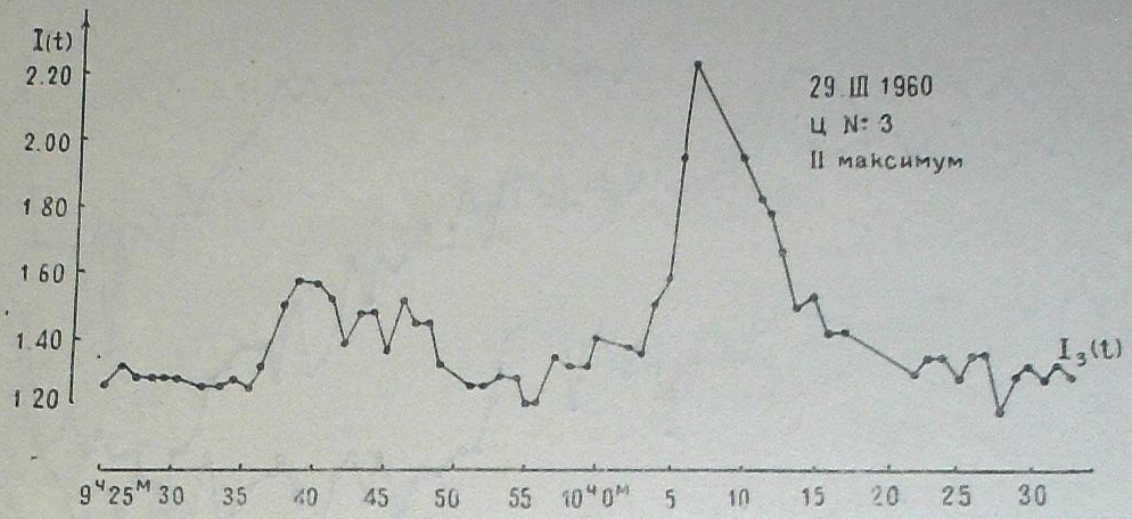
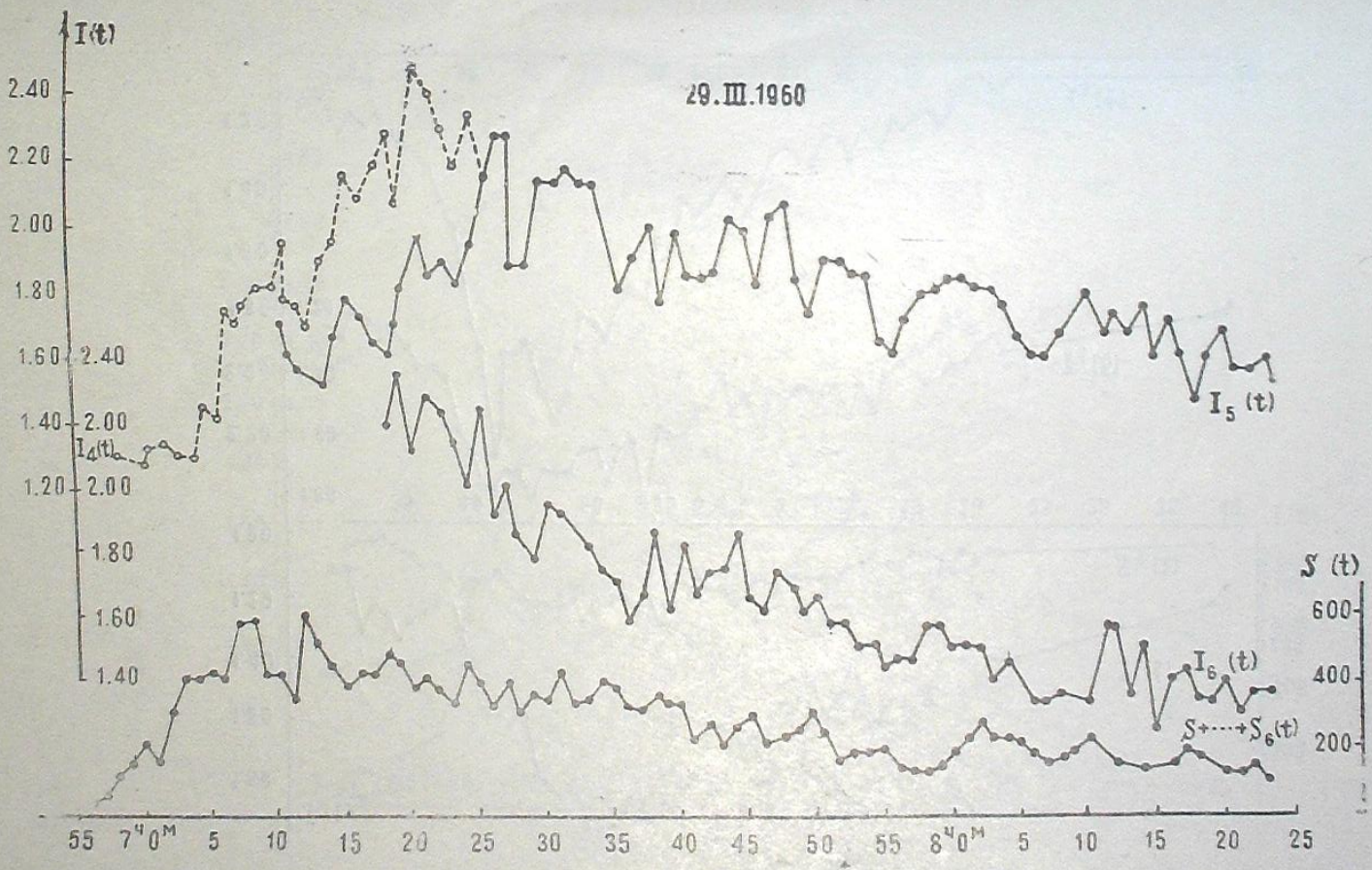


Рис. 26



9. ბმული. ასტრონ. ობს. ბიულ., № 32

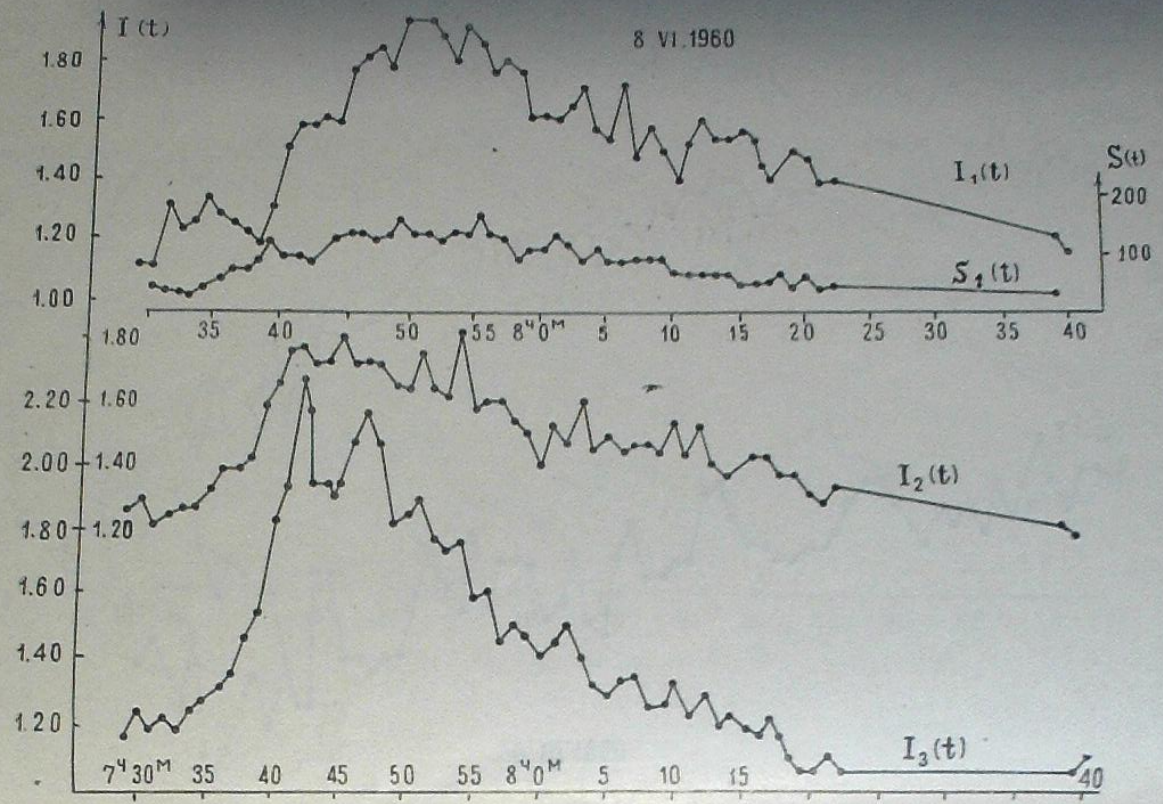

I (t)
8 VI 1960
I₁(t)
S(t)
S₁(t)
I₂(t)
I₃(t)
7ч30м 35 40 45 50 55 8ч0м 5 10 15 40

Рис. 3а

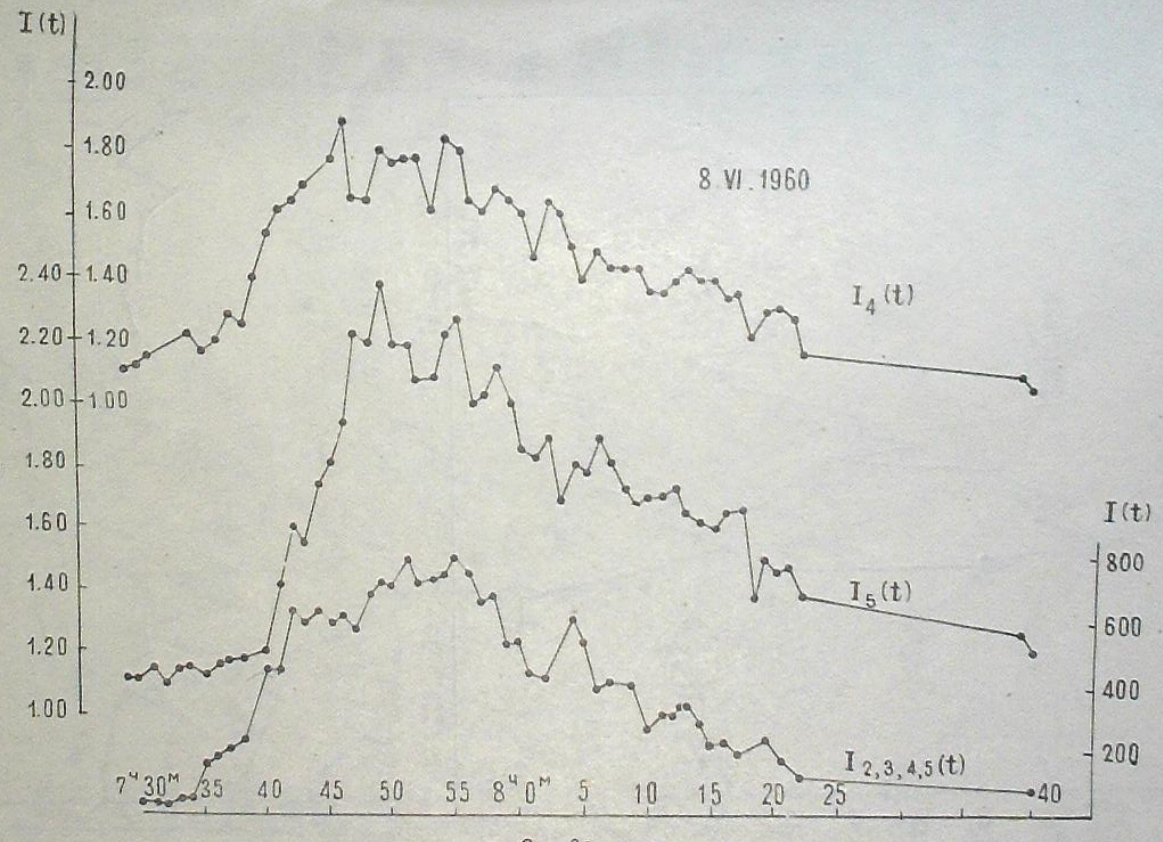

I(t)
8 VI 1960
I₄(t)
I(t)
I₅(t)
I 2,3,4,5(t)
7ч30м 35 40 45 50 55 8ч0м 5 10 15 20 25 40

Рис. 3б

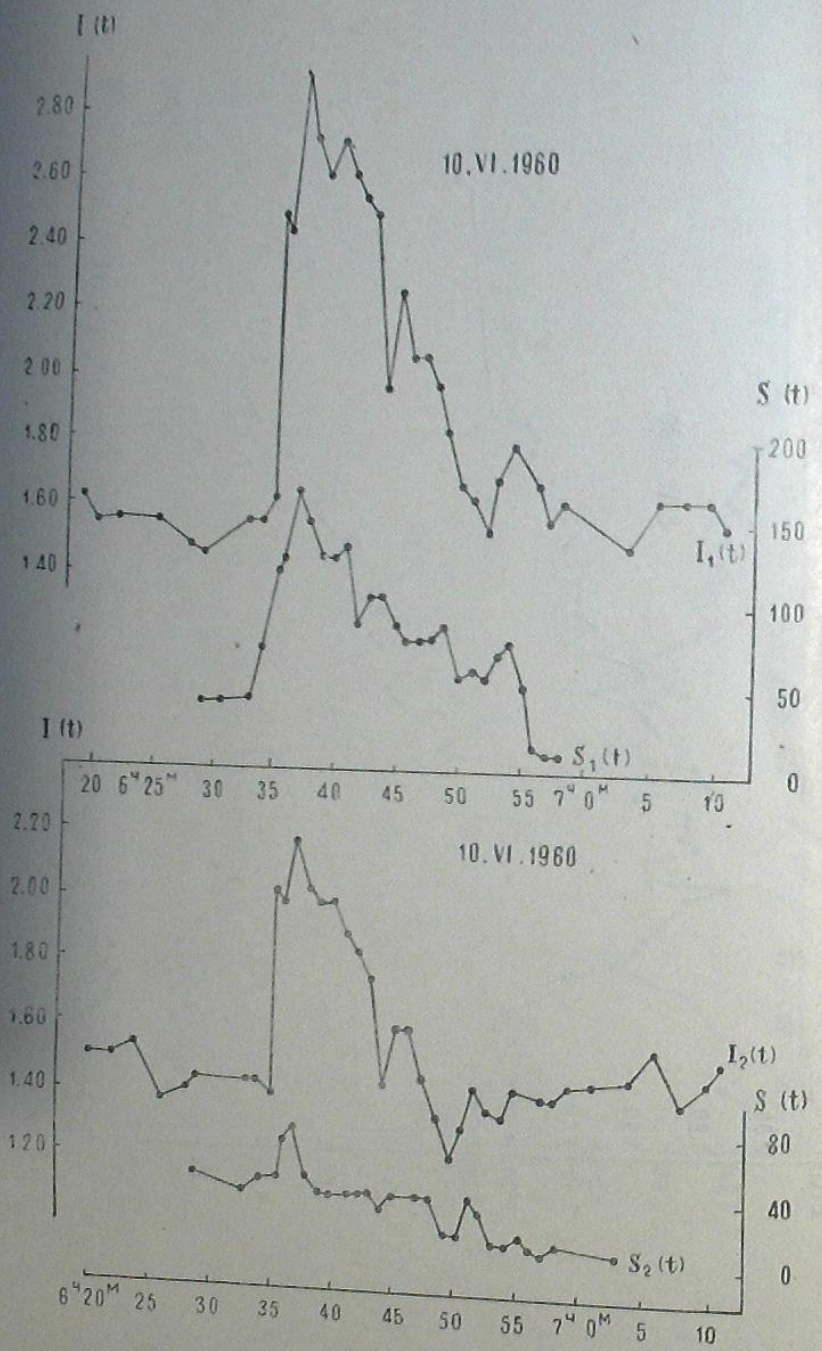

I (t)
10.VI.1960
S (t)
$I_1(t)$
$S_1(t)$
I (t)
10.VI.1960
$I_2(t)$
S (t)
$S_2(t)$

Рис. 4

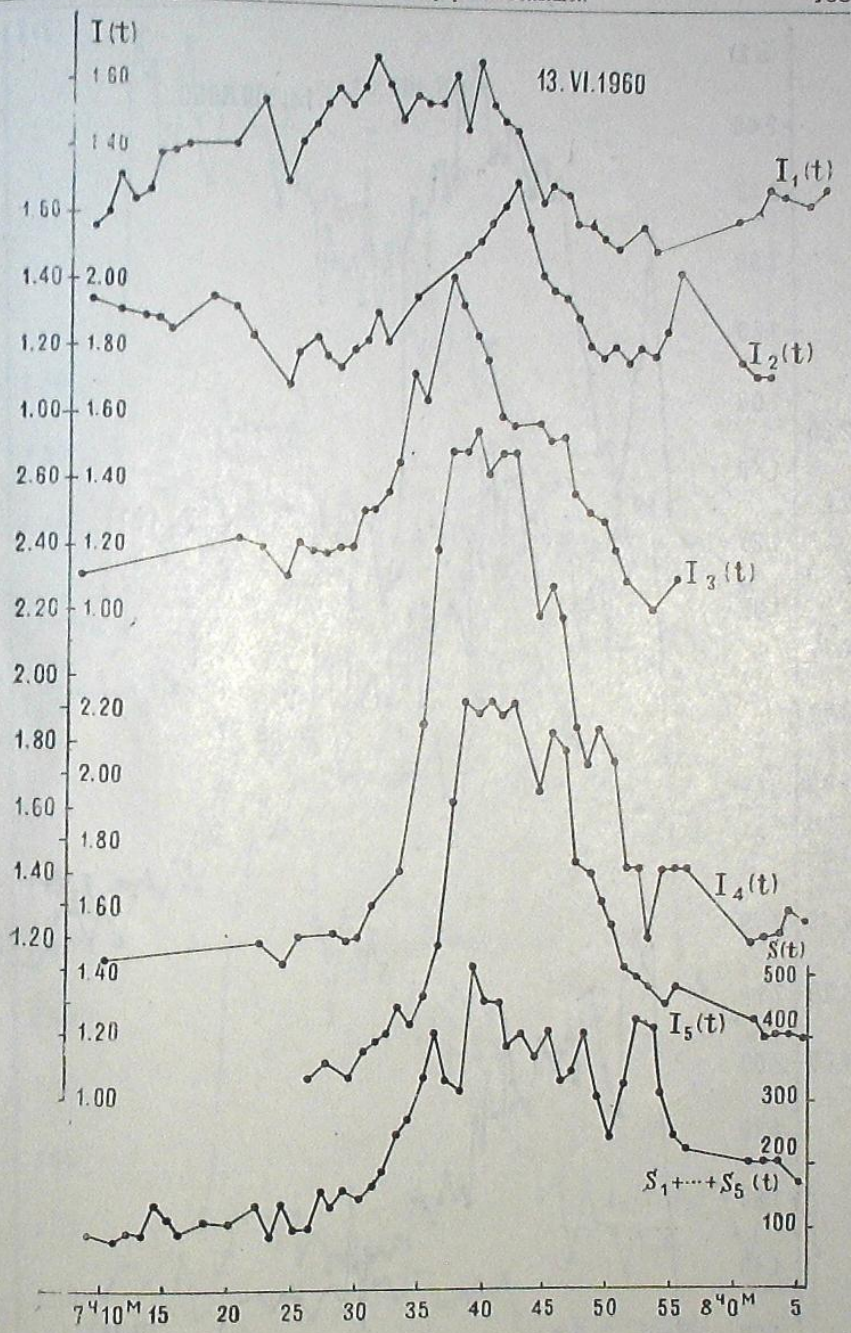

I(t)
13.VI.1960
$I_1(t)$
$I_2(t)$
$I_3(t)$
$I_4(t)$
$I_5(t)$
S(t)
$S_1+\cdots+S_5$ (t)

Рис. 5

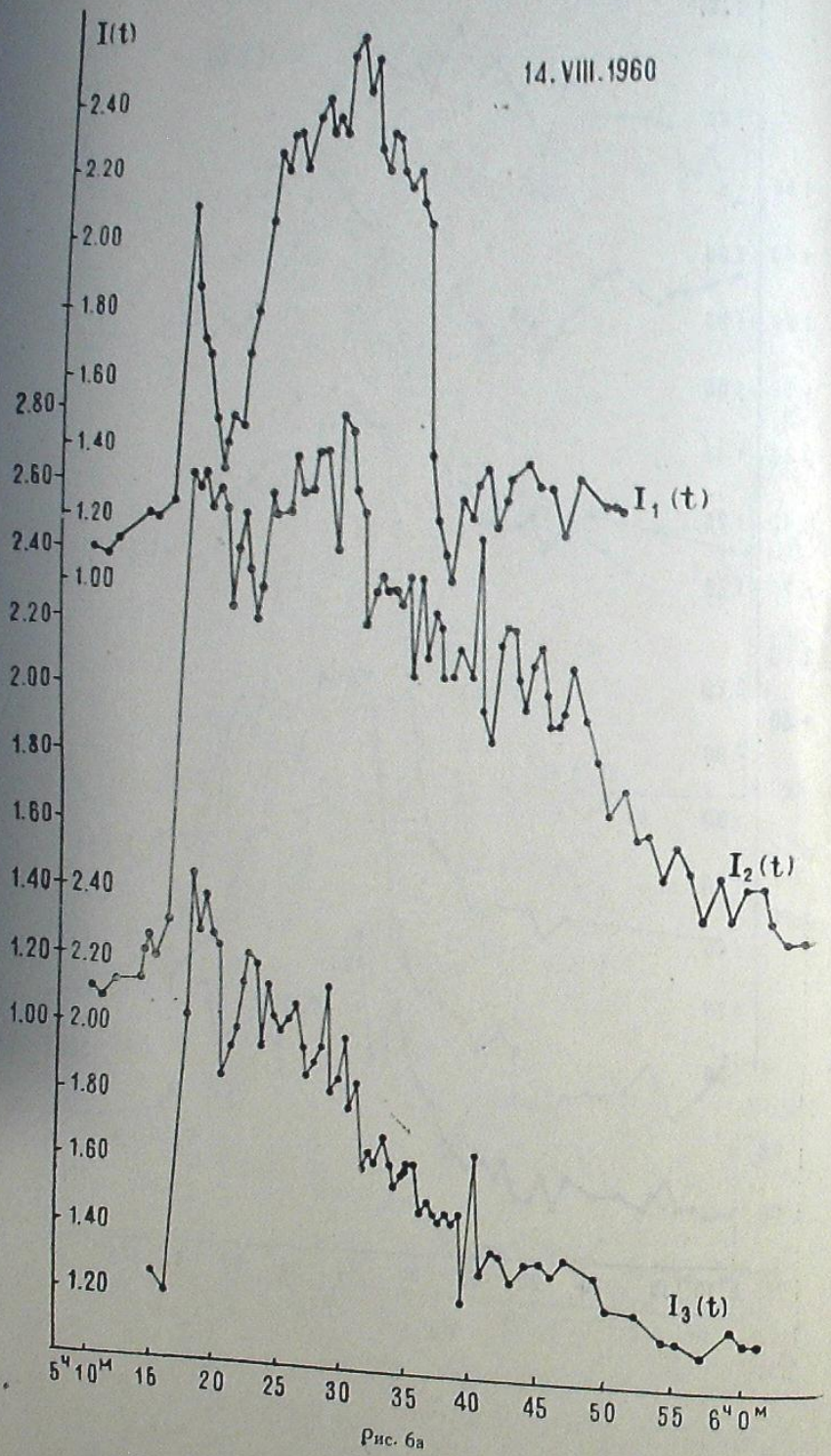

I(t)
14. VIII. 1960
I₁ (t)
I₂ (t)
I₃ (t)
5ч10м 15 20 25 30 35 40 45 50 55 6ч0м

Рис. 6а

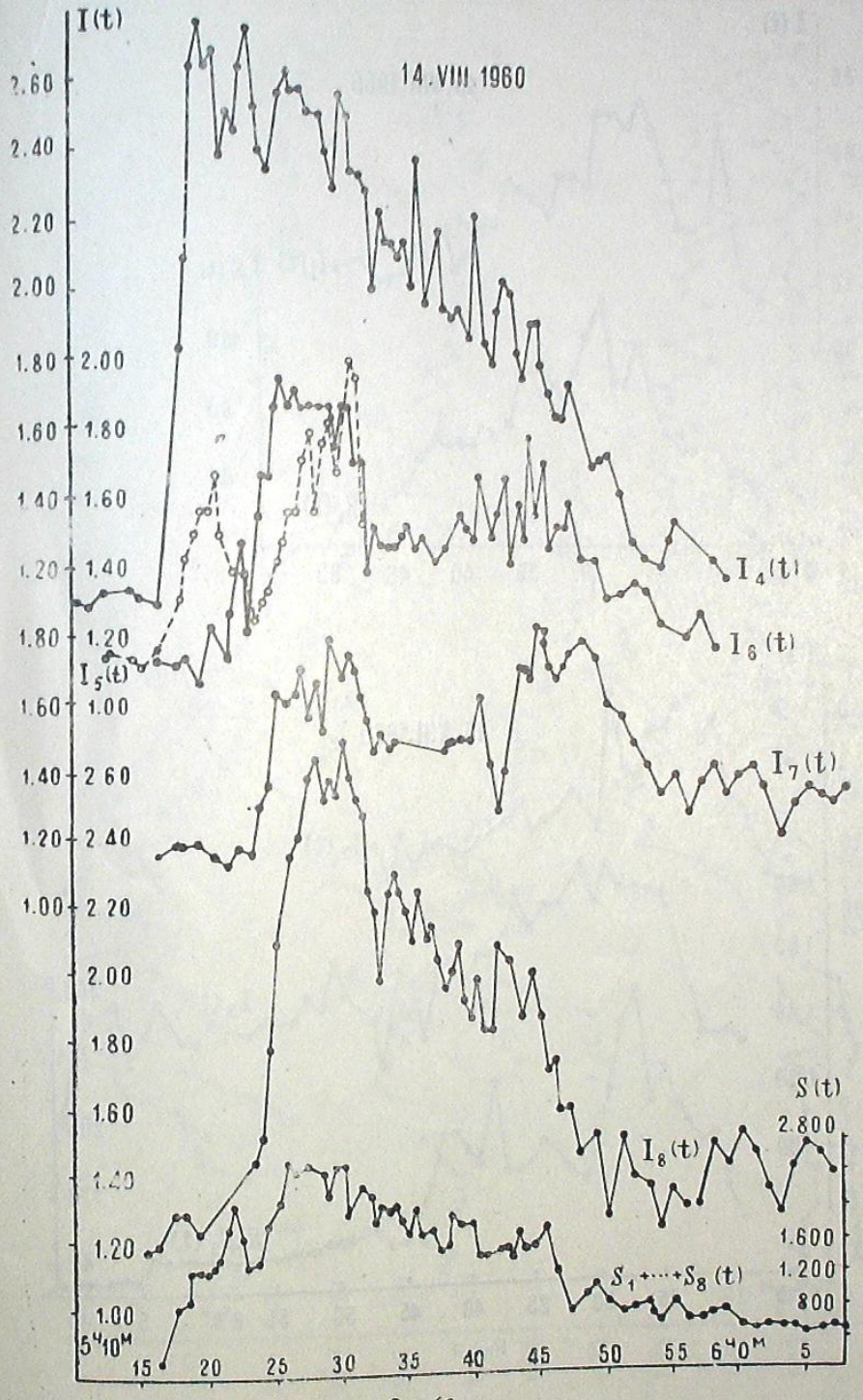
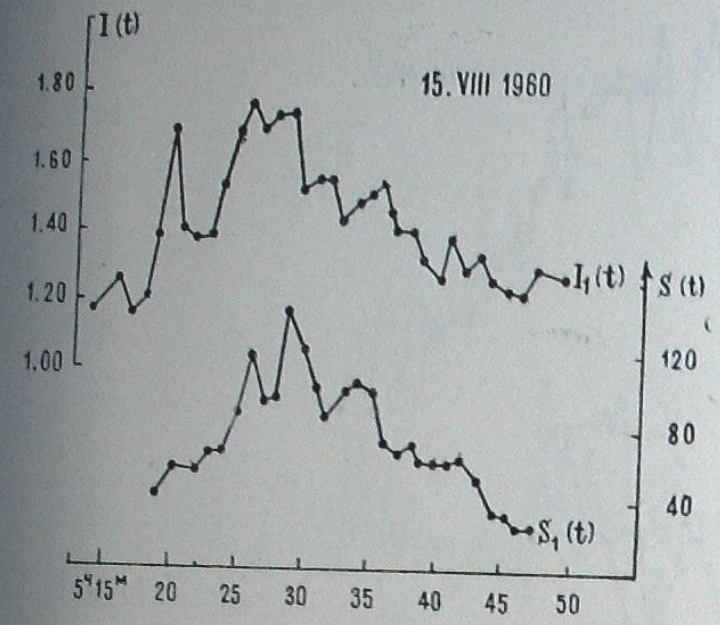

I(t)
14. VIII. 1960
I₄(t)
I₆(t)
I₅(t)
I₇(t)
I₈(t)
S(t)
S₁+···+S₈(t)
5ч10м 15 20 25 30 35 40 45 50 55 6ч0м 5

Рис. 6б


I (t)
15. VIII 1960
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
I_1 (t)
S (t)
120
80
40
S_1 (t)
5ч15м 20 25 30 35 40 45 50

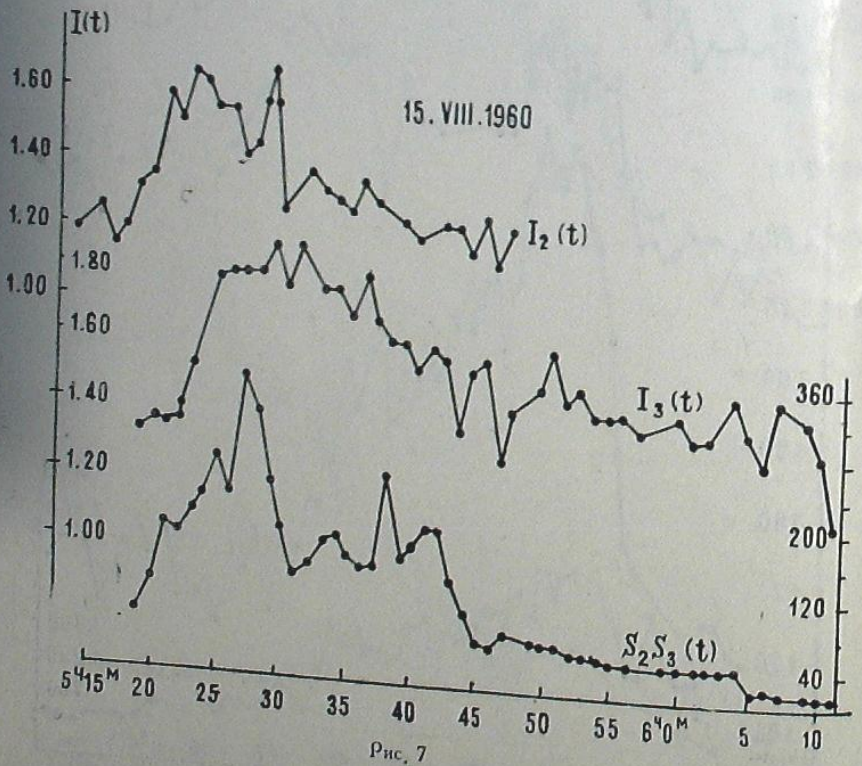

I(t)
15. VIII.1960
1.60
1.40
1.20
1.00
I_2 (t)
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
I_3 (t)
360
200
120
40
S_2S_3 (t)
5ч15м 20 25 30 35 40 45 50 55 6ч0м 5 10

Рис. 7

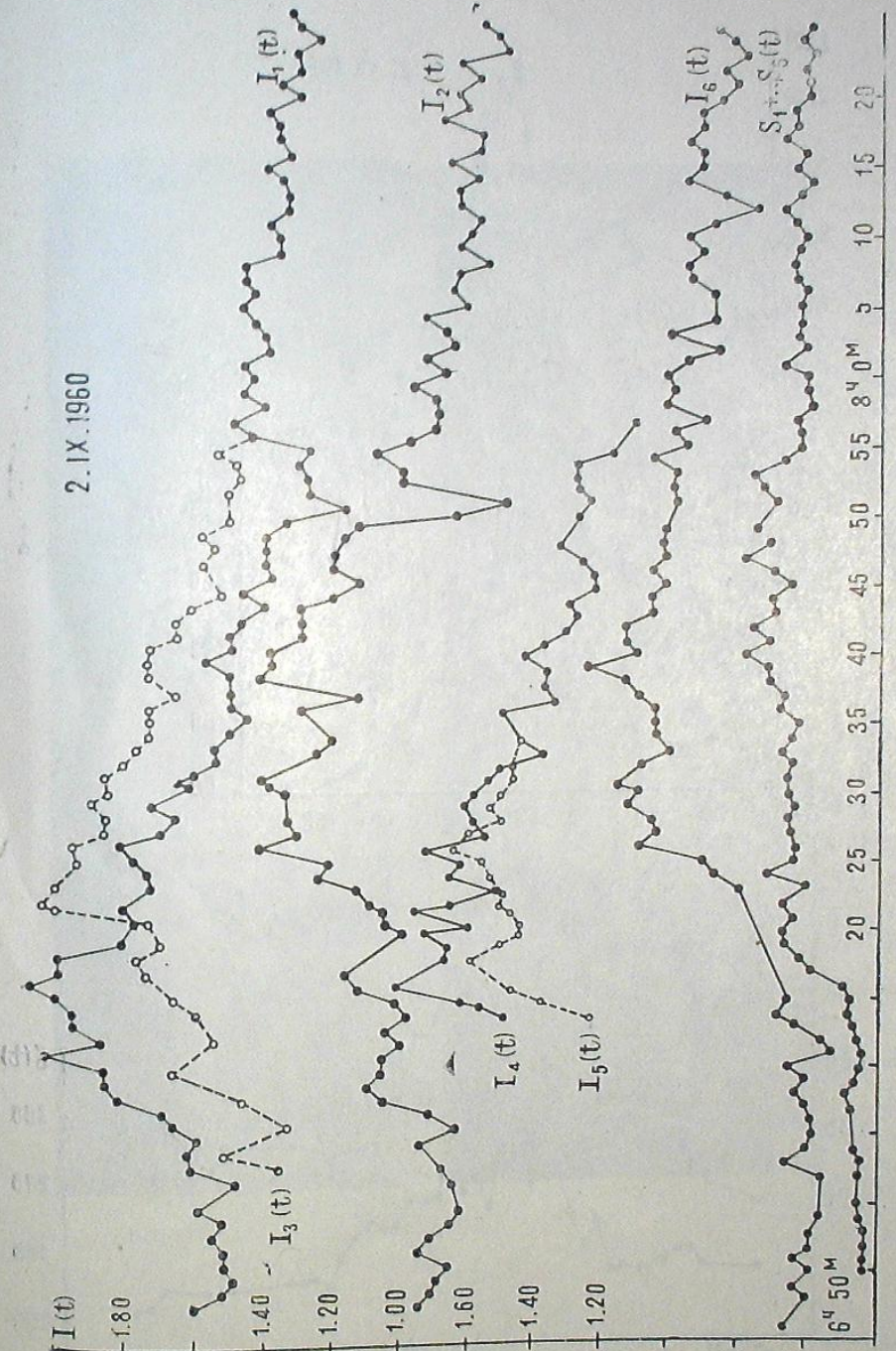

2. IX. 1960
I (t)
1.80
2.00
1.40
1.80
1.20
1.60
1.00
1.40
1.60
1.20
1.40
1.80
1.20
1.60
1.40
1.20
I_1 (t)
I_2 (t)
I_3 (t)
I_4 (t)
I_5 (t)
I_6 (t)
S_1...S_5 (t)
6ч 50м 55 8ч0м 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55

Рис. 8

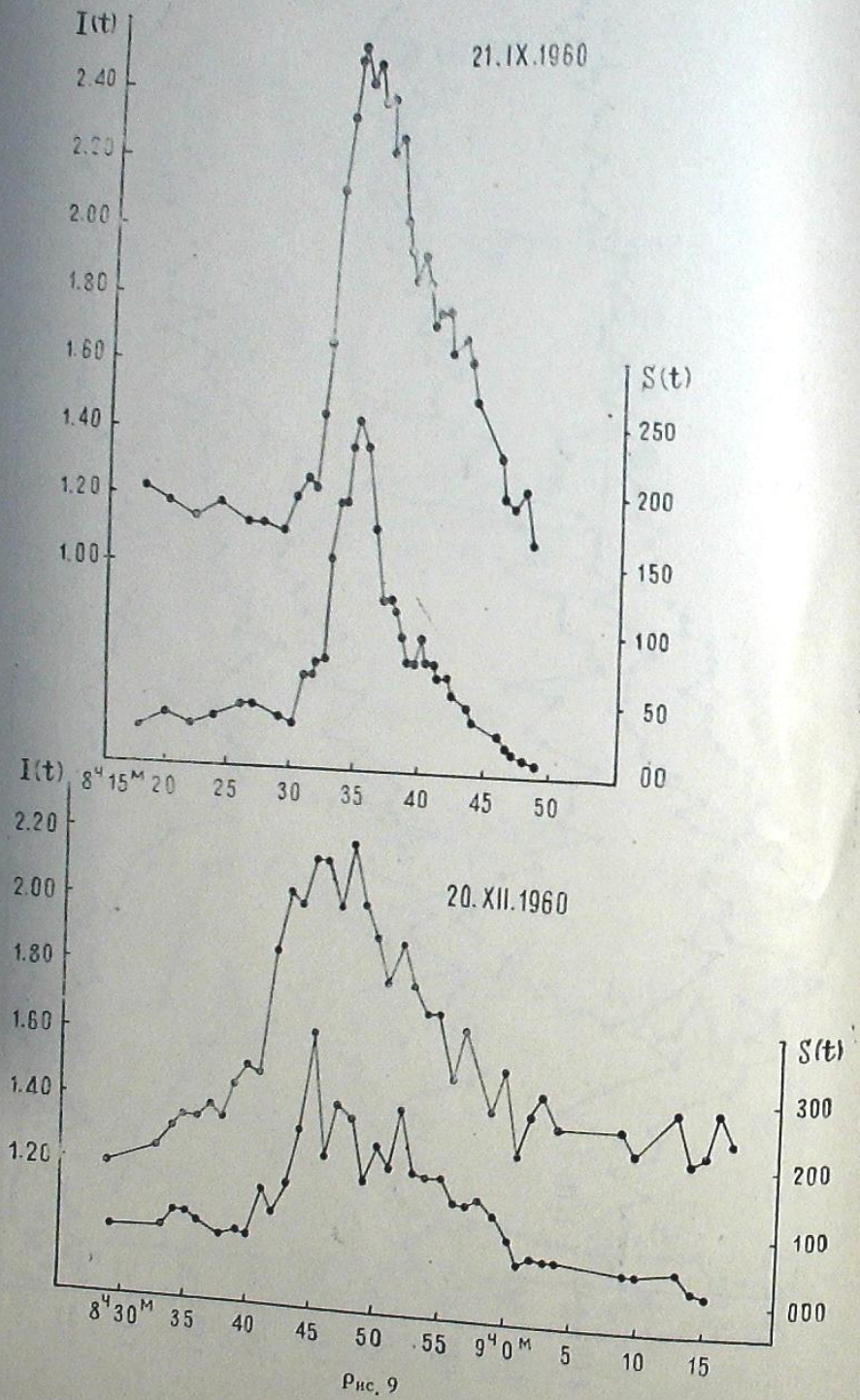

I(t)
21.IX.1960
2.40
2.20
2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
S(t)
250
200
150
100
50
00
8ч15м 20 25 30 35 40 45 50
I(t)
20.XII.1960
2.20
2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
S(t)
300
200
100
000
8ч30м 35 40 45 50 55 9ч0м 5 10 15

Рис. 9

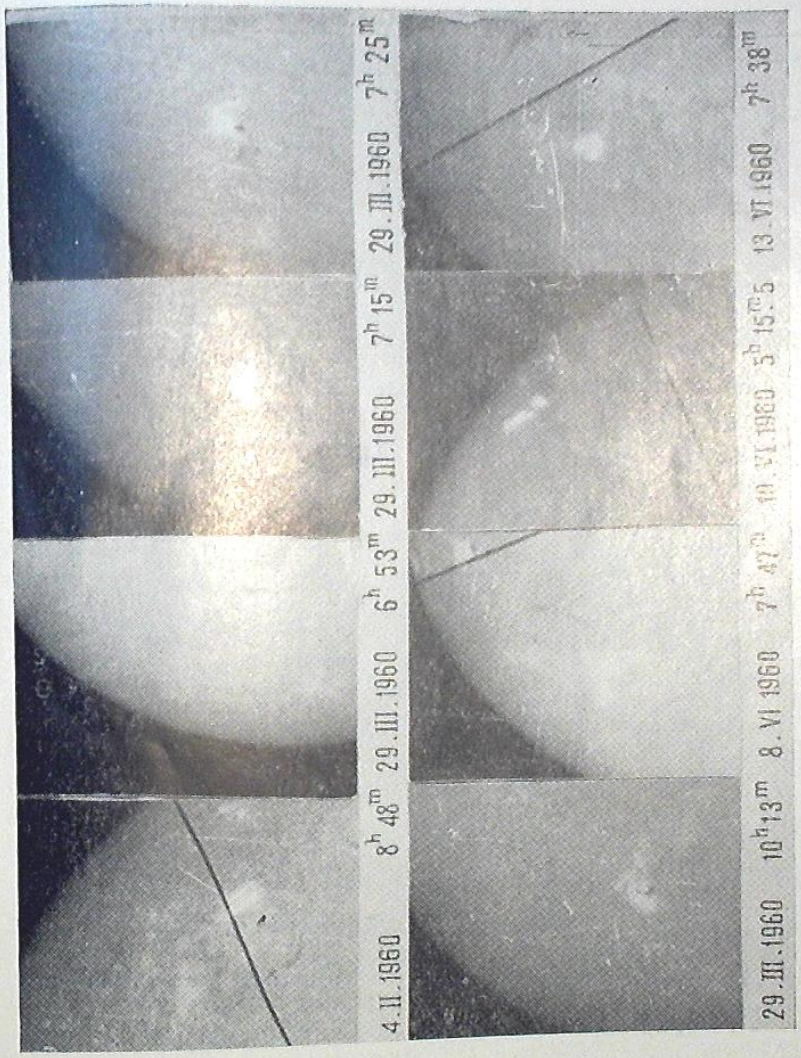

4.II.1960 8h48m 29.III.1960 6h53m 29.III.1960 7h15m 29.III.1960 7h25m
29.III.1960 10h13m 8.VI.1960 7h47m 10.VI.1960 5h15m.5 13.VI.1960 7h38m

Фото 1

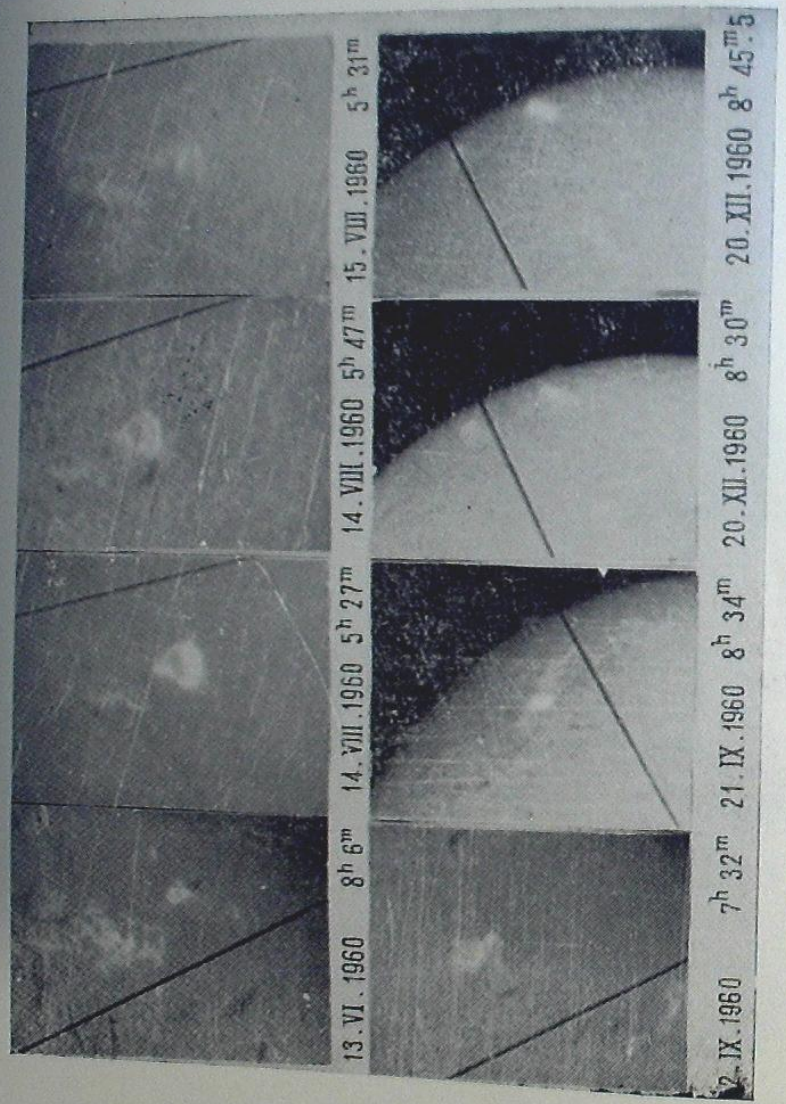


Фото 2

На рисунках 1—9 представлены кривые развития вспышек. По оси абсцисс отложено Всемирное время; на левой ординате — интенсивности вспышек (или разных их центров) по отношению к соседней невозмущенной хромосфере; на правой ординате — площади вспышек (или разных их центров) в миллионных долях диска Солнца.

Февраль, 1962.

ქრომოსფერული ამოფრქვევების განვითარება

თ. რაზმაძე და ნ. გოგოსაშვილი

(რეზიუმე)

მოცემულია აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში 1960 წელს დაკვირვებული 10 შერჩეული ამოფრქვევის ინტენსივობათა ფოტომეტრიული და ფართობთა ცვალებადობის მრუდები. მოყვანილია ცალკეული ამოფრქვევის მოკლე დახასიათება.

THE DEVELOPMENT OF THE CHROMOSPHERIC FLARES

T. S. RAZMADZE and N. Z. GOGOSASHVILI

(Summary)

The photometric curves and some description of 10 chromospheric flares observed in 1960 at the Abastumani astrophysical observatory are given.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Размадзе Т. С. Фотометрия хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 29, 3.
2. Размадзе Т. С., Цховребадзе А. С. Кривые развития хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 29, 29.
3. Размадзе Т. С. Хромосферная вспышка 29 марта 1960 г. Солнечные данные, 1960, № 7, 68.

СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ И СВЕЧЕНИЕ НОЧНОГО НЕБА*

Т. С. РАЗМАДЗЕ

Вопрос о связи солнечной активности (по различным ее показателям) со свечением ночного неба неоднократно исследовался рядом авторов [1, 2, 3, 4], причем результаты получались противоречивые. Поэтому дальнейшие попытки исследовать эту связь нам представляются интересными, тем более, что данные о свечении ночного неба до сих пор, насколько нам известно, не сопоставлялись, в частности — с солнечными вспышками.

Мы использовали весьма богатый материал по свечению ночного неба — Международный сборник сводок электрофотометрических наблюдений свечения ночного неба всех станций земного шара за время МГГ и МГС.

Из указанного сборника был выбран наблюдательный материал обсерватории Верхнего Прованса, обладающей весьма многочисленными и длительными наблюдениями.

Количество наблюдений по годам таково:

с VI по XII, 1957 г. — 129
с I по XII, 1958 г. — 253
с I по XII, 1959 г. — 265

Этот материал мы обработали следующим образом. Для эмиссий свечения ночного неба λλ 5577 Å [01],, 5893 Å [Na], 6300 Å [01], 6500 Å [OH] вычислены среднемесячные и полугодовые значения как для средних интенсивностей за ночь, так и для их максимальных значений. Интенсивности даны в абсолютных единицах — релеях.

Материал по солнечным вспышкам выбран соответственно периодам наблюдений свечения ночного неба из Цюрихских бюллетеней [5]. Вычислена среднечасовая активность вспышек для каждого дня, причем эти данные осреднены по месяцам и полугодовым интервалам соответственно данным свечения ночного неба. Кроме того, проведены сравнения также и по индивидуальным дням.

При индивидуальных сопоставлениях можно было встретить всевозможные случаи, когда с резким изменением частоты вспышек свечения ночного неба совершенно не обнаруживало какого-либо заметного изменения, и, наоборот, имелись случаи, когда при заметном колебании интенсивности свечения активность солнечных вспышек оставалась более или менее стабильной. Даже при больших вспышках с баллом 3 и 3+ или до, либо после них, нельзя сказать, что отмечалась какая-либо реакция со стороны свечения ночного неба.

На рис. 1 изображены кривые изменения частоты вспышек (нижняя кривая) и средних за ночь интенсивностей свечения ночного неба избранных нами эмиссионных линий (кривые *A*, *B*, *C*, *D* соответственно). Данные осреднены по месяцам. Из рисунка следует, что вариации

* По материалам наблюдений, выполненных по программе МГГ и МГС.

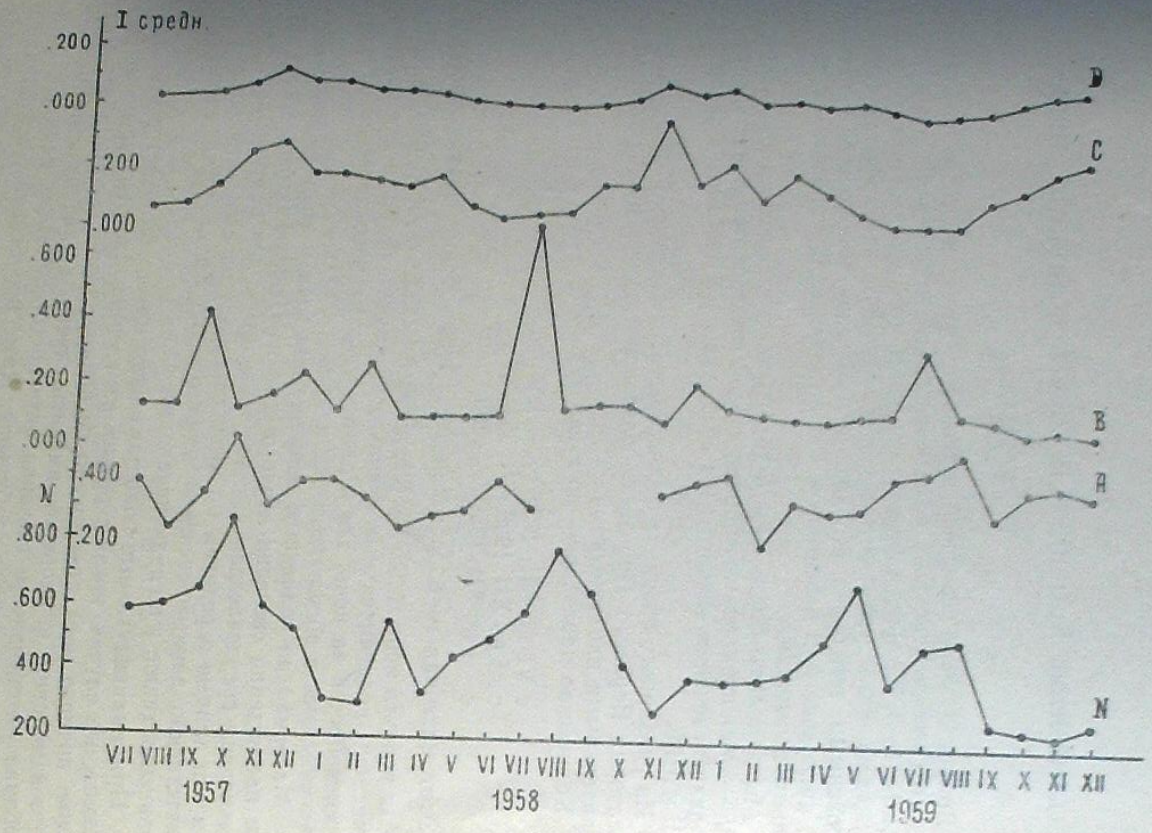

I средн.
.200
.000
.200
.000
.600
.400
.200
.000
.400
.200
.800
.600
400
200
D
C
B
A
N
VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
1957
1958
1959

Рис. 1

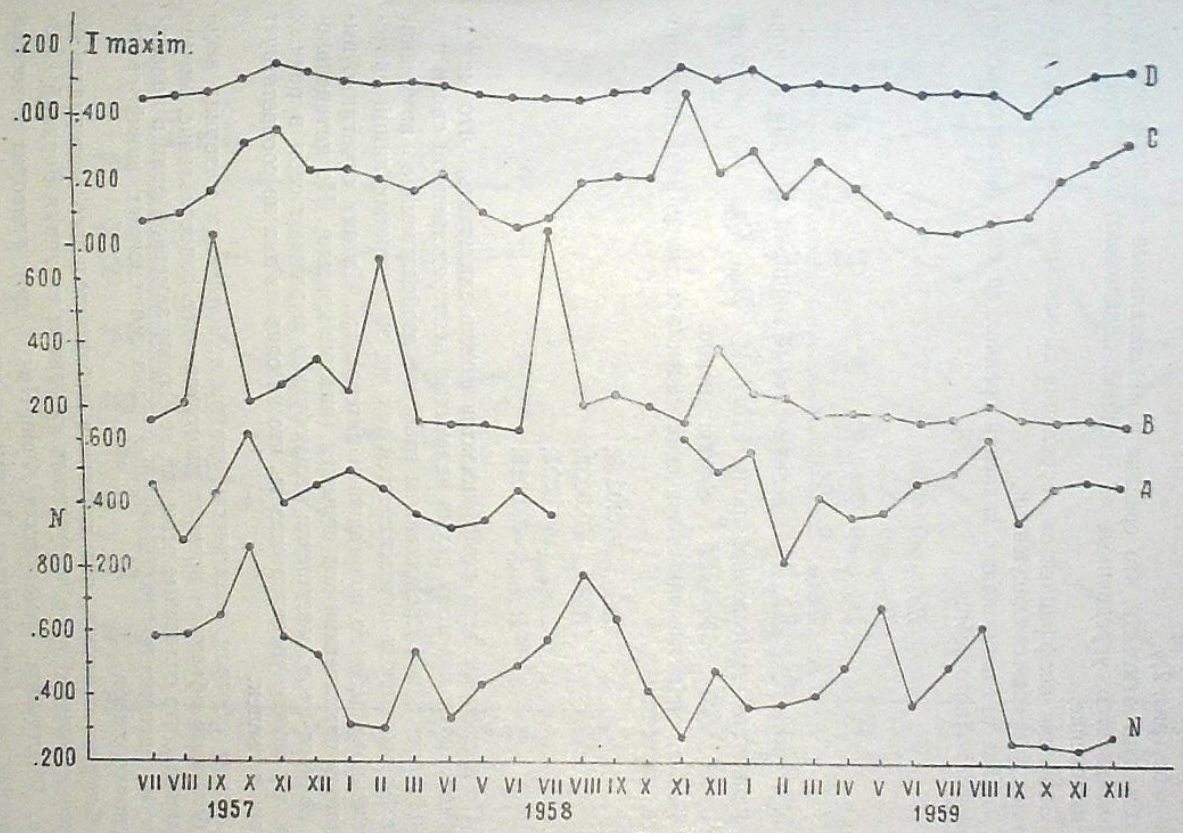

.200
I maxim.
.000
.400
.200
.000
.600
400
200
.600
.400
.800
.200
.600
.400
.200
D
C
B
A
N
VII VIII IX X XI XII I II III VI V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
1957
1958
1959

Рис. 2

интенсивности свечения ночного неба не соответствуют колебаниям активности вспышек.

К таким же результатам приводит нас сопоставление средних данных по максимальным за ночь значениям интенсивностей свечения ночного неба (рис. 2).

Следует отметить, что средние и максимальные за ночь значения интенсивностей, усредненные по месяцам, показывают почти одинаковое изменение.

Значения коэффициентов корреляции во всех рассмотренных нами случаях получаются следующие:

I. Для среднемесячных значений средних за ночь интенсивностей свечения ночного неба:

$$R_{NA_{ср}} = 0.0013,$$
$$R_{NB_{ср}} = 0.0002,$$
$$R_{NC_{ср}} = 0.0004,$$
$$R_{ND_{ср}} = 0.0016,$$

где N частота вспышек, $A_{ср}$ среднемесячные значения средних за ночь интенсивностей эмиссионной линии λ5577 Å; $B_{ср}$, $C_{ср}$, $Д_{ср}$ — то же самое для $\lambda\lambda$6300, 5893, 6500 Å соответственно.

II. Для среднемесячных значений максимальных за ночь интенсивностей свечения:

$$R_{NA_{макс}} = 0.0010,$$
$$R_{NB_{макс}} = 0.0002,$$
$$R_{NC_{макс}} = 0.0003,$$
$$R_{ND_{макс}} = 0.0015.$$

По значениям этих коэффициентов можно заключить, что между рассматриваемыми нами двумя явлениями непосредственной связи нет.

На рис. 3 и 4 представлены графики, изображающие изменение частоты вспышек и интенсивностей тех же эмиссионных линий свечения ночного неба по полугодовым интервалам. На них отчетливо выражается циклический ход вспышек (нижние кривые). Но интенсивности ночного неба совершенно разнообразно выражают себя в разных линиях и можно уверенно сказать, что ни одна из них не соответствует кривой вспышек.

Таким образом, если учесть, что мы использовали материал весьма большого объема и провели многостороннее сопоставление, можно заключить, что солнечные вспышки не играют заметной роли в колебаниях интенсивностей рассмотренных нами эмиссионных линий свечения ночного неба.

Следует отметить, что сравнение наблюдательного материала по свечению ночного неба, полученных на разных станциях Верхний Пронеоднородным результатам. Данные различных станций не соответствуют друг другу также и по ходу интенсивностей для данной эмиссионной линий. Очевидно, сама природа свечения ночного неба весьма сильно изменчива в течение ночи и от ночи к ночи, по каким-нибудь пока не совсем ясным локальным или внешним причинам, к которым не надо относить видимые изменения различных образований на Солнце.

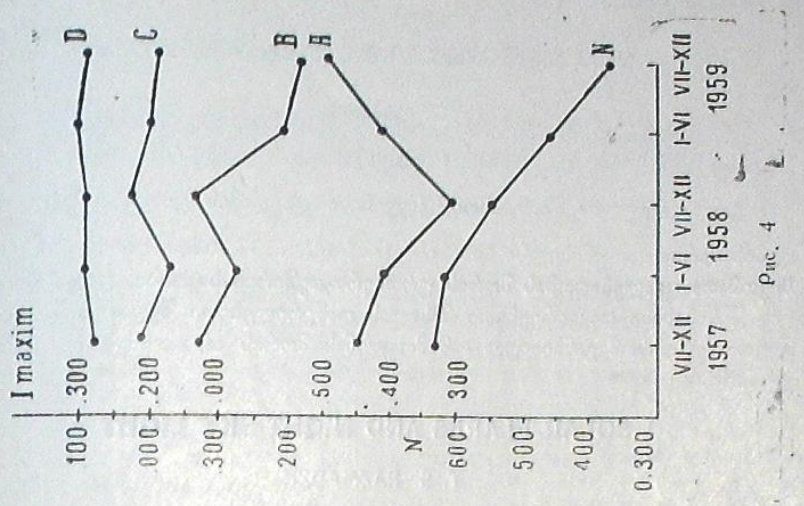


Рис. 4

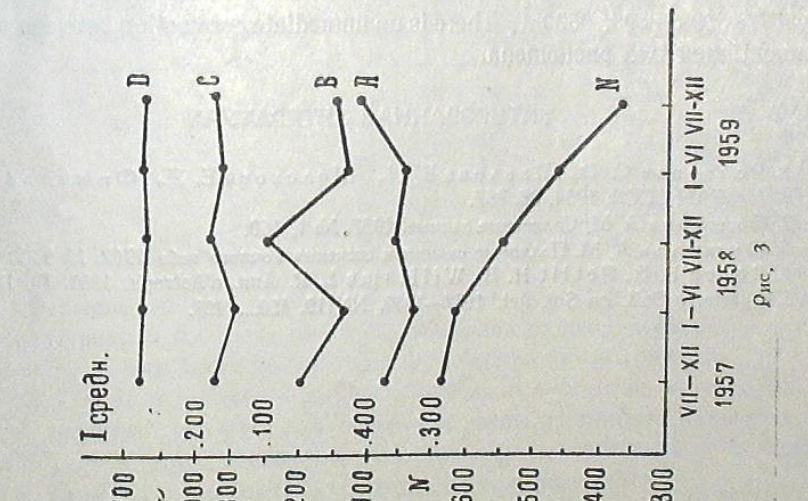


Рис. 3

В заключение, выражаю благодарность Л. М. Фишковой за ценное для меня обсуждение работы.

Апрель, 1963.

მზის ამოფრქვევები და ღამის ცის ნათება

თ. რაზმაძე

(რეზიუმე)

გამოკვლეულია მზის ამოფრქვევებისა და ღამის ცის ნათების გამოსხივების ძირითადი ემისიური ხაზების (λλ 5577, 5893, 6300, 6500 Å) ინტენსივობათა ცვალებადობას შორის ურთიერთკავშირის საკითხი. დიდი მოცულობის შესაბამისი დაკვირვებითი მასალის დაწვრილებითი შედარების ანალიზი მიუთითებს, რომ განხილულ ორ მოვლენას შორის არ არსებობს უშუალო კავშირი.

SOLAR FLARES AND NIGHT SKY LIGHT

T. S. RAZMADZE

(Summary)

The paper concerns the investigation of relation between solar flaies and variation of the intensities of the main lines of the night sky light λλ 5577, 5893, 6300, 6500 Å. There is no immediate connection between above-mentioned two phenomena.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов С. Ф., Павлова Е. Н., Шолохова Е. Д., Фишкова Л. М. ДАН СССР, 1954, 98, 957.
2. Фишкова Л. М. Солнечные данные, 1957, № 1, 160.
3. Фишкова Л. М. Полярные сияния и свечения ночного неба 1962, № 9, 5.
4. Roach F. E., Pettit H. B., Williams L. R. Ann. d'Astroph. 1953, 16, 185.
5. Quarterly Bull. on Sol. Act. 1957—1959, NN119, 120,... 128.

КРИВЫЕ РАЗВИТИЯ ХРОМОСФЕРНЫХ ВСПЫШЕК ПО МАТЕРИАЛАМ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА 1961 ГОД

Т. С. РАЗМАДЗЕ и А. С. ЦХОВРЕБАДЗЕ

В настоящей статье приводятся кривые развития солнечных вспышек, наблюдавшихся в Абастуманской астрофизической обсерватории в 1961 году с помощью хромосферно-фотосферного телескопа АФР-2. Были выбраны 4 вспышки, наибольшие из наблюденных. Замечания о методике обработки наблюдательного материала, а также кривые развития вспышек за 1958—1960 годы можно найти в статьях [1, 2, 3].

Некоторые данные о вспышках приведены в таблице, (время наблюдения Всемирное, координаты: долготы λ от Ц. М. и L в Керрингтоновской системе, мощность вспышек и условия наблюдений — по трехбальной шкале).

№№ п/п.	Дата	Время наблюдения			Координаты			Мощность	Условия наблюдения	Примечания
	1961	Нач.	Кон.	Макс.	φ	λ	L			
1	31.I	7ч. 46м.	8ч. 11м.	7ч.51м.	+11°	−10°	56°	1+	2	
2	12.V	6 00	7 22	6 03	+04	−04	157	1	2	Даны координаты разных центров.
					+06	−06	155			
					+05	−10	151			
					+03	00	161			
3	18.VII	5 02	7 25	5 06	−08	+60	54	2	3	Имеет два максимума.
				7 09						
4	10.IX	6 50	8 00	7 06	−10	−60	300	2	2	

Вспышка № 1, 31.I.1961 г. (7 ч. 46 м. — 8 ч. 11 м.) возникла в непосредственной близости от пятна. Вспышка одноцентровая. Через 12 м. она достигла маскимума и быстро начала угасать.

В 7 ч. 55 м. вблизи вспышки образовалось волокно, которое в 8 ч. 02 м. достигло максимальной величины, потом постепенно уменьшалось и в 8 ч. 19 м. вовсе исчезло. Площадь вспышки возрастала постепенно, в 7 ч. 55 м. достигла максимума, в 8 ч. 11 м. вовсе погасла.

Вспышка № 2, 12.V.1961 г. (6 ч. 00 м. — 7 ч. 22 м.) состояла из шести центров, которые возникли в области активного флоккула, с одиночным большим пятном. Вначале же были заметны все шесть центров. Из них — № 1, 2, 5 изменяли свою яркость медленно и зигзагообразно, —они похожи на поярчание флоккула. Центр № 4, очень быстро достигнув максимума (3—4 минуты с момента образования), начал угасать постепенно, с большими колебаниями. Центр № 6 вначале характеризовался очень малой интенсивностью колебанием; достиг также

незначительного максимума только в конце вспышки, когда другие центры вовсе погасли (7 ч. 16 м.). В 6 ч. 05 м. около самого активного центра № 4 образовалось небольшое волокно, которое, достигнув определенного размера, с 6 ч. 14 м. начало уменьшаться. В 6 ч. 14м. оно исчезло. В 6 ч. 13 м. около первого центра возникло волокно, которое в 6 ч. 21 м. имело явную дугообразную форму, с 6 ч. 35 м. стало уменьшаться, а в 6 ч. 50 м. исчезло. Вспышка погасла в 7 ч. 22м. Площадь этой вспышки не было возможно выделить по центрам; изменение общей площади проходило параллельно изменению интенсивности вспышки.

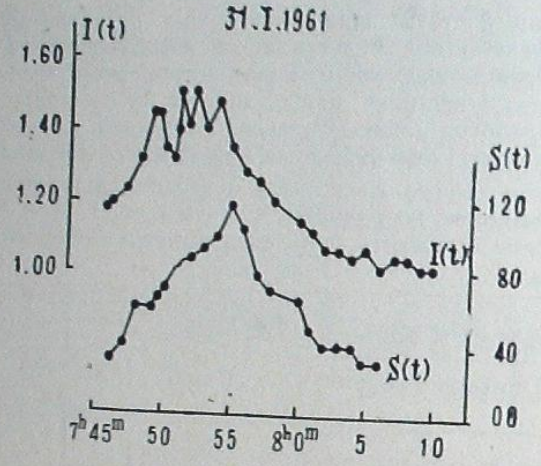


Рис. 1

Вспышка № 3, 18.VII.1961 г. (5 ч. 02 м. — 7 ч. 25 м.) находилась в области группы больших пятен. Поблизости присутствовало большое широкое изменяющееся волокно; вспышка одноцентровая, вблизи края диска Солнца; имела два максимума, один в 5 ч. 05 м., второй — в 7 ч. 07 м. Эти два максимума почти одинаковые по интенсивности.

Между максимумами изменение яркости проходило медленно. После первого максимума в 7 ч. 05 м. точно тот же центр внезапно вспыхивает, а через 15 м. его интенсивность настолько уменьшается, что центр едва заметен. Площадь вспышки изменялась параллельно интенсивности, но при втором максимуме площадь была гораздо большей.

Вспышка № 4, 10.IX.1961 г. (6 ч. 50 м. — 8 час. 00 м.) находилась в области активного флоккула; вспышка одноцентровая. Она возникла в 6 ч. 50 м., достигла максимума в 7 ч. 07 м. и имела максимальную интенсивность до 7 ч. 20 м. с весьма небольшими колебаниями; затем вспышка постепенно угасла и в 8 ч. 00 м. остался заметным только первоначальный активный флоккул. Поблизости вспышки не было ни волокна, ни пятна. Изменение площади проходило параллельно изменению интенсивности вспышки.

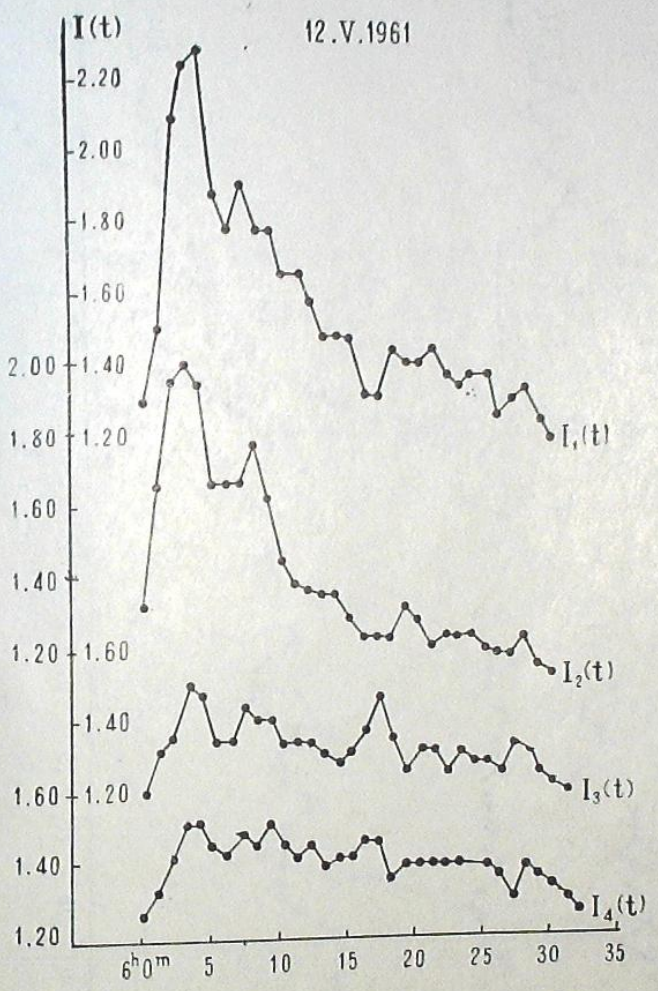


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

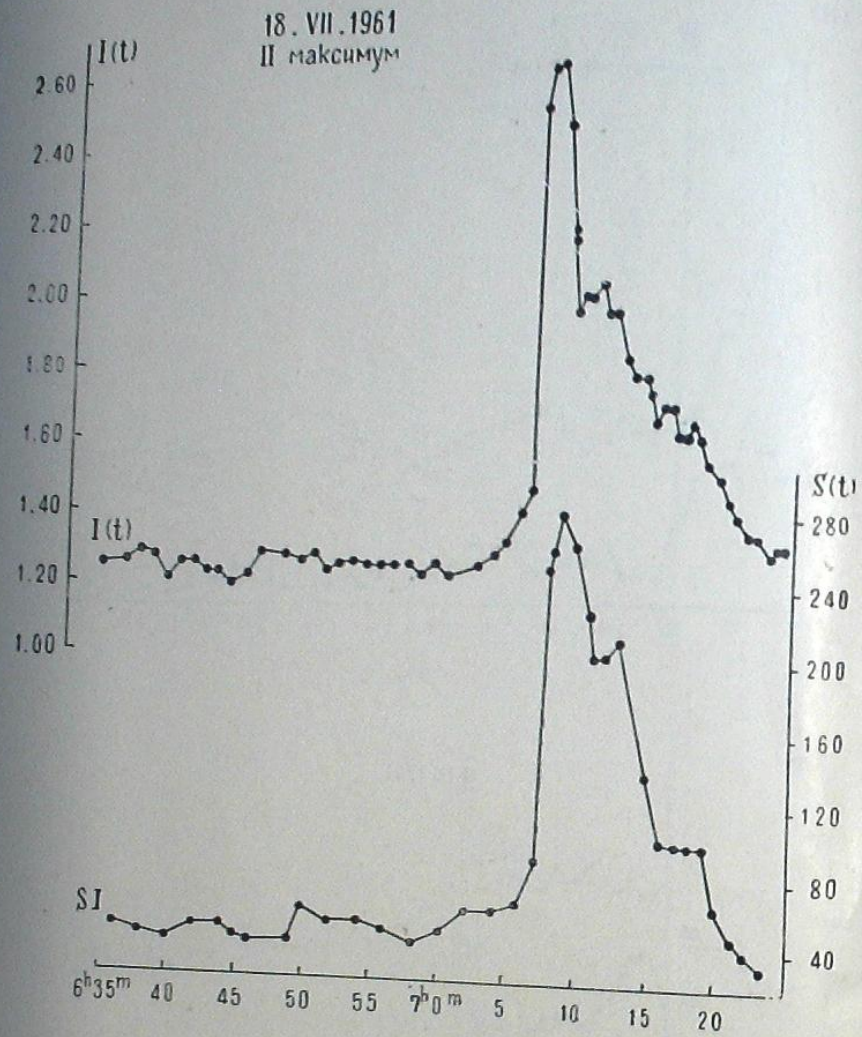
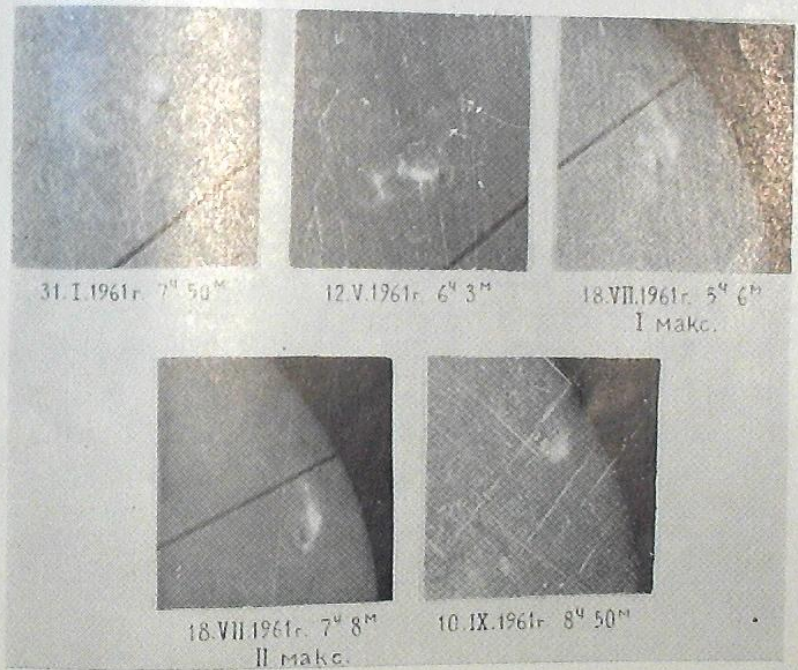


Рис. 6

На фото изображены вспышки в максимуме их интенсивности. На рисунках 1—6 даны кривые развития. По оси абсцисс отложено время, на левой ординате — интенсивность вспышек по отношению к соседней невозмущенной хромосфере. На правой ординате отложена площадь вспышек, выраженная в миллионных долях диска Солнца (нижние кривые).

Март, 1964.



1961 წლის ქრომოსფერული ამოფრქვევების მრუდეები

თ. რაზმაძე და ა. ცხოვრებაძე

(რეზიუმე)

მოცემულია აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში დაკვირვებული მზის 4 შერჩეული ამოფრქვევის განვითარების მრუდეები და მათი მოკლე დახასიათება.

THE CHROMOSPHERIC FLARE CURVES IN 1961

T. S. RAZMADZE and A. S. TSKHOVREBADZE

(Summary)

The protometric curves and some characteristics of 4 chromospheric flares observed in 1961 at the Abastumani astrophysical observatory are given.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Размадзе Т. С. Фотометрия хромосферных вспышек. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс. 1962, № 29, 3.
2. Размадзе Т. С. и Цховребадзе А. С. Кривые развития хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, № 29, 29.
3. Размадзе Т. С. и Гогосашвили Н. З. Развитие хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1963, № 30.

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ФОТОМЕТРИЯ КОМЕТЫ АРЕНДА-РОЛАНА (1956 h)*

В. П. ДЖАПИАШВИЛИ и Г. Н. САЛУКВАДЗЕ

Введение. Для исследования кометы Аренда-Ролана в Абастуманской астрофизической обсерватории были организованы ее комплексные наблюдения, в которые включились почти все основные наблюдательные инструменты обсерватории. Результаты визуальных и спектрофотометрических наблюдений опубликованы в [1, 2, 3], а данные по определению положений кометы — в [4].

В настоящей работе приводятся результаты фотографической фотометрии кометы.

Инструменты. Для прямого фотографирования кометы, с целью ее фотометрии, были применены две 20-см камеры (с фокусным расстоянием 100 см) 40-см рефрактора и 36-см анаберрационная камера Шмидта. В данной работе используется наблюдательный материал, полученный, в основном, с помощью 20-см камер.

Наблюдательный материал. Первое фотографирование кометы в Абастумани было выполнено 25 апреля на одной из 20-см камер 40-см рефрактора. В дальнейшем наблюдения велись в каждую ясную ночь. Всего с помощью 20-см камер было получено, в разных условиях и с разными экспозициями, 18 негативов с изображениями кометы; в том числе: 4 одинарных и 14 парных (7 пар), т. е., полученных одновременно на обеих камерах астрографа.

Комета фотографировалась как без светофильтров, так и со светофильтрами Шотта GG 11, (желтый) и в BG 3 (синий). Желтый фильтр применялся в комбинации с пластинками Агфа Панхром, а синий — с пластинками Агфа Астро. Первая комбинация дает эффективную длину волны 4160 ангстрем, а вторая — 5560 ангстрем.

На 36-см анаберрационной камере Шмидта комета фотографировалась с 26 апреля по 3 мая. Всего было получено 15 негативов в разных условиях. Почти все наблюдения с помощью 20-см камер выполнены Г. Н. Салуквадзе, а с помощью камеры Шмидта, — Л. Н. Мосидзе. Подробное описание наблюдательного материала, полученного на 20 см камерах дается в таблице 1, а полученного на камере Шмидта — в таблице 2.

Обработка наблюдательного материала. Для фотометрического изучения кометы было подобрано 9 негативов, полученных на 20-см камерах 26, 27, 28 апреля и 3 мая (негативы №№ 5288-89, 5294-97, 5309, 5316-17). Все снимки были калиброваны с помощью фотометра и стандартизованы с помощью внефокального фотографирования Северного полярного ряда.

---

* Основные результаты статьи сообщены на семинаре по кометам, организованном в июле 1960 г. в г. Тарту Комиссией по кометам и метеорам АС АН СССР совместно с Институтом физики и астрономии АН ЭССР.

Таблица 1

№№ п/п.	Дата: всемирное время	№ негатива	Сорт фотопластинки	Фильтр	Экспозиция в минутах	Примечания
1	1957, Апр., $25^d.717$	5287	Агфа Астро	—	4	
2	26·718	5288	„ Панхром	GG11	15	
3	·718	5289	„ Астро	BG3	15	
4	·742	5290	„ „	—	10	
5	·742	5291	„ „	—	10	
6	·779	5292	„ Панхром	GG11	15	NPS. Внефокальный
7	·779	5293	„ Астро	BG 3	15	„ „
8	27·732	5294	„ Панхром	GG11	23	
9	·731	5295	„ Астро	BG 3	18	
10	·751	5296	„ Панхром	GG11	10	
11	·751	5297	„ Астро	BG 3	10	
12	·777	5298	„ Панхром	GG11	23	NPS. Фокальный
13	·775	5299	„ Астро	BG 3	18	„ „
14	·798	5300	„ Панхром	GG11	10	„ „
15	·798	5201	„ Астро	BG 3	10	„ „
16	·826	5302	„ Панхром	GG11	23	„ Внефокальный
17	·825	5303	„ Астро	BG 3	18	„ „
18	28·751	5308	„ „	—	15	
19	·751	5309	„ „	—	15	
20	·775	5310	„ „	—	15	NPS. Внефокальный
21	·775	5311	„ „	—	15	„ „
22	Май, 2·746	5312	„ Гельб Рапид	—	25	Объективная призма
23	·783	5313	„ Панхром	—	35	„ „
24	3·729	5314	„ „	—	25	„ „
25	·762	5315	„ „	—	35	„ „
26	·785	5316	„ Астро	—	15	
27	4·782	5317	„ „	—	35	
28	18·827	5318	„ Панхром	GG11	45	
29	·827	5319	„ Астро	BG3	45	
30	·871	5320	„ Панхром	GG11	45	NPS. Внефокальная
31	·871	5321	„ Астро	BG3	45	„ „
32	29·804	5322	„ „	—	60	
33	·854	5323	„ „	—	45	
34	·854	5324	„ „	—	45	
35	·908	5325	„ „	—	45	NPS. Фокальный
36	·908	5326	„ „	—	45	„ „

Таблица 2

№ п/п	Дата; всемирное время	№№ негатива	Экспозиция в минутах	Примечания
1	1957, Апр., $26^d.713$	3329	5	
2	26·727	3330	3	
3	26·736	3331	2	
4	27·719	3332	3	С фильтром BG 3
5	27·728	3333	5	С фильтром GG 11
6	27·738	3334	5	
7	27·745	3335	3	
8	Май, 2·743	3336	5	
9	2·758	3337	5	
10	2·773	3338	10	
11	2·785	3339	10	
12	2·808	3340	10	
13	3·749	3341	20	
14	3·768	3342	20	
15	3·788	3343	20	

Негативы №№ 3336—43 калиброваны трубчатым фотометром.

Для изучения распределения яркости в голове и хвосте кометы был использован изофотометр Пулковской астрономической обсерватории конструкции Н. Н. Михельсона, любезно предоставленный в наше распоряжение дирекцией этой обсерватории. Изофоты построены через 0.50 звездной величины на всем интервале плотностей, с увеличением изображения тоже мала и они позволили построить только по две изофоты.

Наиболее хорошие изофоты были построены для негативов, полученных 26 и 27 апреля. Почти во всех случаях почернение в центре ядра попадало в область недодержек, ввиду чего нет возможности провести непосредственное сравнение интенсивностей изофот с интенсивностью в центре ядра кометы.

Заключение. Рассмотрение полученных фотонегативов №№ 3330, 5288-89, 5294-95, 5316-17 (см. фото 1—7, соответственно) и изофот, построенных по негативам №№ 5288-89, 5294-97, 5309, 5316-17 (см. рис. 1 а, б, в, г, д, е, ж, з, и, соответственно), позволяет сделать ряд выводов.

Особое внимание обращает на себя выходящий из головы кометы в сторону Солнца довольно острый выступ, длина которого по нашей оценке составляла около 5°. Почти по единодушному мнению наблюдателей этот выступ первое время считался истечением светлой материи из ядра кометы или «аномальным хвостом», как его называл Ф. А. Бредихин. Однако, как мы указывали и раньше [1], если аномальные хвосты описывались до этого похожими своими очертаниями на «сахарную голову» [5], то у кометы Аренда-Ролана это образование скорее всего можно было сравнить с вонзенным в голову кометы копьем. На фотографиях это впечатление усиливалось ввиду того, что в обыкновенном хвосте кометы была обнаружена самая яркая полоса, представляющая собой прямолинейное продолжение аномального хвоста. Это обстоятельство вызвало некоторое сомнение в существовании аномального хвоста.

Действительно впоследствии было показано [6, 7, 8], что появление аномального хвоста носило чисто геометрический (перспективный) характер, ввиду чего его вернее будет называть «псевдоаномальным» хвостом.

Невооруженным глазом и через телескоп по наблюдениям в Абастумани псевдоаномальный хвост был виден по 26 апреля. Особенно хорошо этот хвост выделяется на парных негативах, полученных на 20-см камерах 26 апреля, причем в желтых и синих лучах он выглядит почти одинаково. Это же подтверждается изофотами. 27 апреля это образование отмечалось лишь на фотографиях. 28 апреля оно очень ослабло, а 2 мая (с 28 апреля по 1 мая наблюдения не проводились из-за неблагоприятной погоды) совсем исчезло, хотя упомянутая выше яркая полоса в обыкновенном хвосте кометы оставалась почти неизменной.

В общем, обыкновенный хвост кометы имел характерную для хвостов I типа отчетливую лучевую структуру, которая постепенно исчезала с течением времени.

В очертании обыкновенного хвоста изофоты 26 апреля показывают явную разницу в желтых и синих лучах. В частности, «желтые» изофоты проходят намного теснее, чем «синие». При этом в желтых лучах хвост кажется симметричным относительно собственной оси, в то время как в синих лучах отчетливо заметна асимметрия: западная сторона хвоста почти прямолинейная, а восточная — вогнута во-внутрь, что придает обыкновенному хвосту заостренный вид.

Аналогичное можно сказать относительно изофот 27 апреля, на которых, однако, ввиду малой яркости, совсем не выявился псевдоаномальный хвост, слабо видимый на негативах.

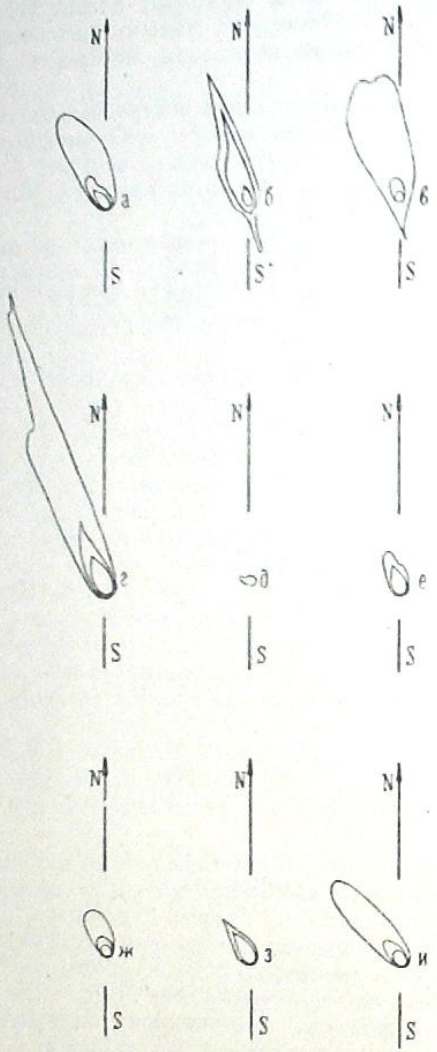


Рис. 1

Определенную картину вскрывают также изофоты относительно головы кометы. В частности, изофоты обращенные в сторону Солнца, особенно в центральной части кометы, имеют форму почти полуокружности, что дает основание отнести комету Аренда-Ролана (1956h) к кометам с «луковичными» головами типа *C*, по классификации С. В. Орлова [9].



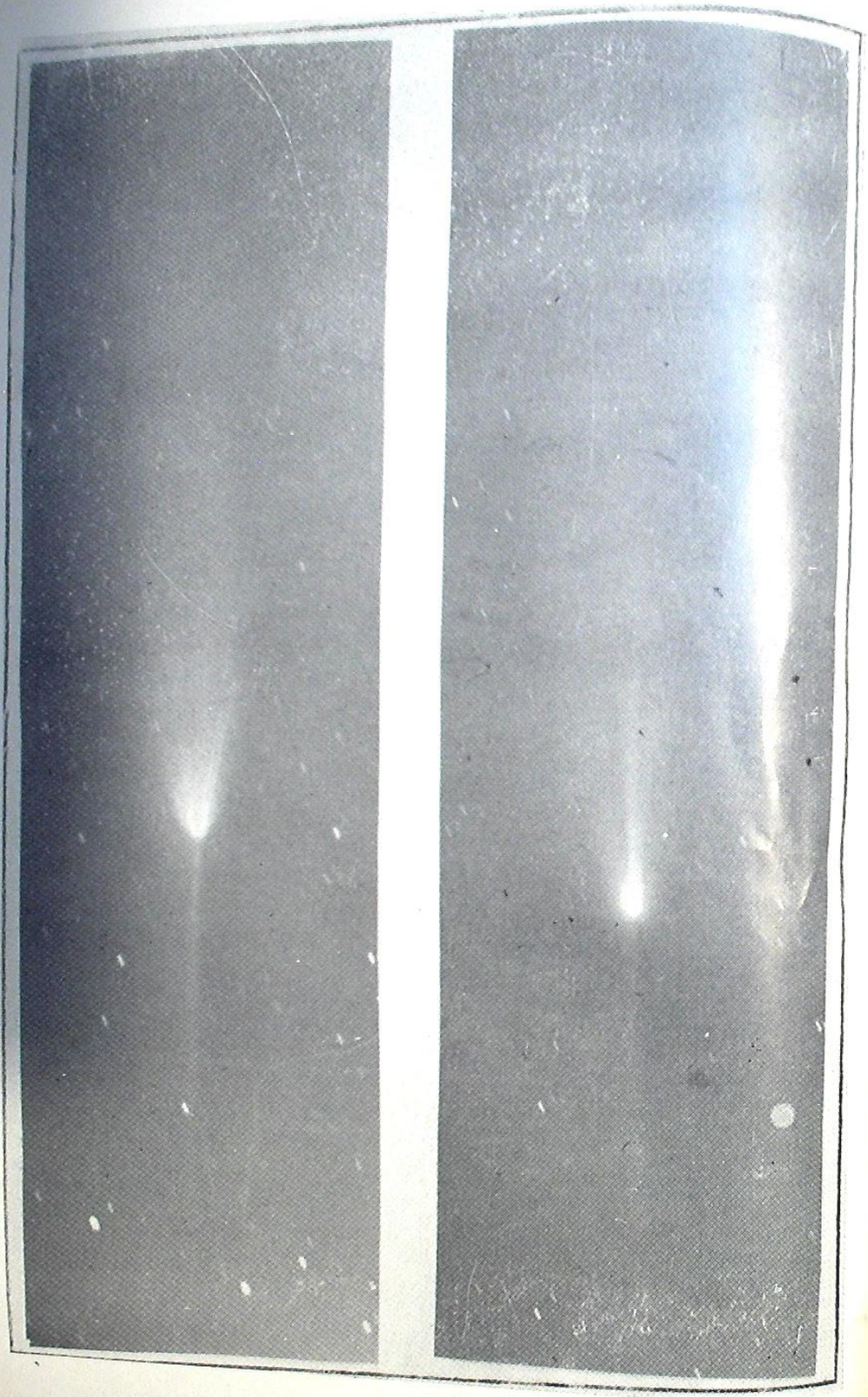


Фото 2—3.

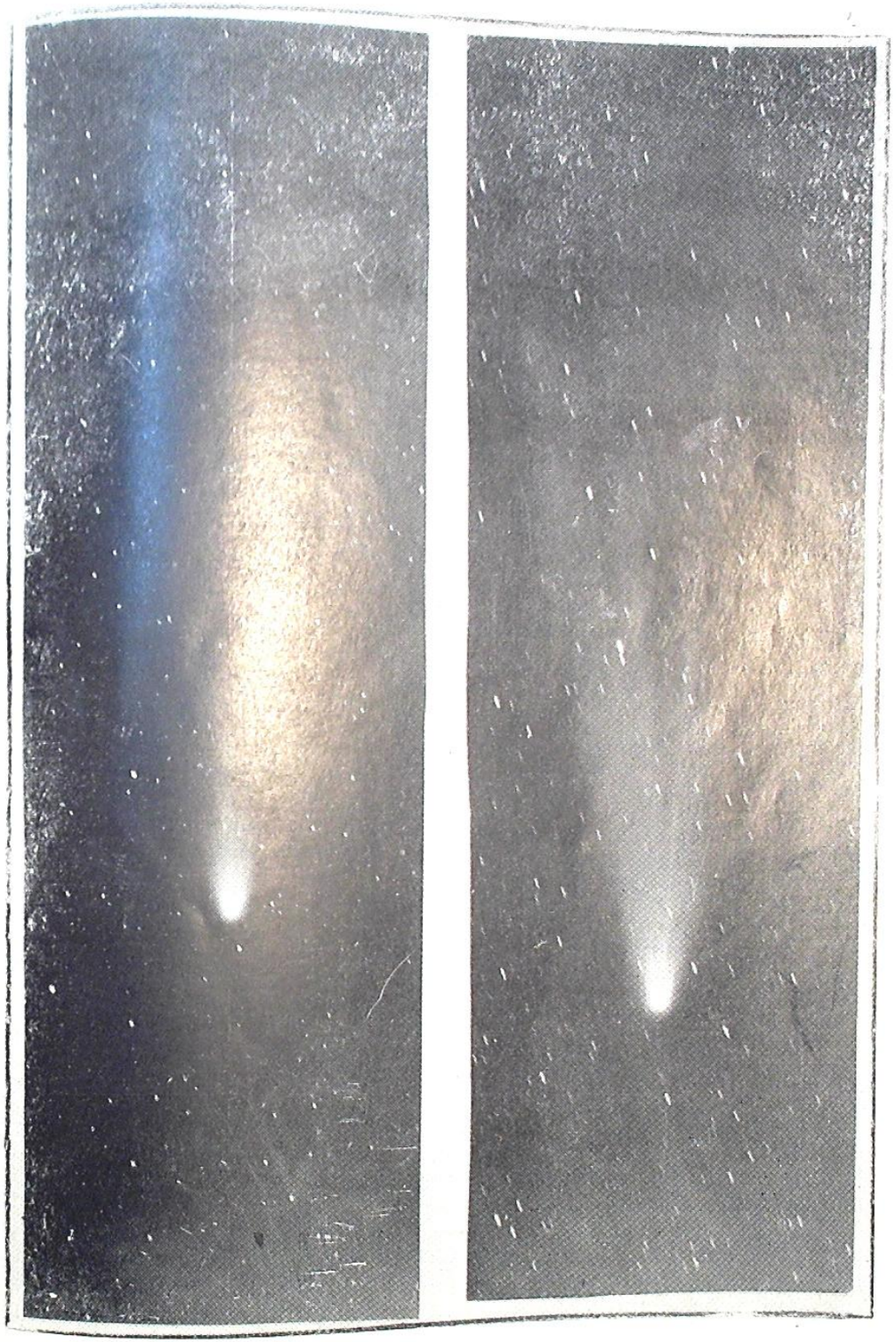


Фото 4—5.



Фото 6—7

АРЕНД-РОЛАНИС КОМЕТИС (1956 h) ფოტოგრაფიული ფოტომეტრია

ვ. ჯაფიაშვილი და გ. სალუქვაძე

(რეზუმე)

მოკლეფოკუსიან ორმაგ ასტროგრაფზე და შმიდტის კამერაზე მიღებული ფოტოგრაფიების საშუალებით გამოკვლეულია სიკაშკაშის განაწილება კომეტის ჩვეულებრივ კუდში და თავში, აგრეთვე გამოთქმულია ზოგიერთი მოსაზრება „ანომალური“ კუდის ბუნების შესახებ.

კომეტის ფოტოგრაფიებისა და იზოფოტების განხილვის შედეგად დადგენილია, რომ ჩვეულებრივი კუდი უჩვენებს I-ტიპის კუდებისათვის დამახასიათებელ სხივურ სტრუქტურას. კომეტის თავი შეიძლება მიეკუთვნოს *C*-ტიპს, ს. ორლოვის კლასიფიკაციის მიხედვით. დასტურდება მოსაზრებანი „ანომალური“ კუდის წარმოქმნის გეომეტრიული (პერსპექტიული) ხასიათის შესახებ, რის გამოც უფრო სწორი იქნება ეწოდოს მას „ფსევდოანომალური“ კუდი.

PHOTOGRAPHIC PHOTOMETRY OF THE COMET AREND-ROLAND (1956 h)

V. P. DZHAPIASHVILI and G. N. SALUKVADZE

(Summary)

The distribution of brightness in the comet's tail and head is investigated besides some discussion about the nature of the anomalous taii is given.

Considering the photographs of the comet and the isophotes it is established that the ordinary tail displays ray structure characteristic for the first type tails. The comet's tail may belong to C type accoriding to Orlov's classification. The suggestion about geometric (perspective) character of the comet's anomalous tail formation is confirmed; therefore it will be more correct to call it «Pseudo-anomalous» tail.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джапиашвили В. П. Наблюдения кометы Аренда-Ролана на Абастуманской астрофизической обсерватории. Астрон. Цирк. АН СССР. 1957, 180, 14—15.
2. Долидзе М. В., Архипова В. Н. О спектре кометы Аренда-Ролана. Астрон. Цирк. АН СССР, 1957, **185**, 9—11.
3. Долидзе М. В., Макаров В. И. Спектрофотометрия кометы Аренда-Ролана, (1956 h). Бюлл. Абастум. астрофиз. обсерв., 1961, **26**, 81—87.
4. Салуквадзе Г. Н. Наблюдения комет Аренда-Ролана (1956 h) и Мркоса (1957 d) на Абастуманской астрофизической обсерватории Астрон. Цирк. АН СССР. 1958, 190, 6—8.
5. Орлов С. В. Кометы. М.-Л., 1935 (стр. 56 и 163).
6. Whipple L. The Sunward Tail of Comet Arend-Roland. Nature (London). 1957, **179**, 1240.
7. Larsson-Leander G. Comet Arend-Roland (1956 h). U. A. I. Circ. 1957, **1599**.
8. Larsson-Leander G. The Anomalous Tail of Comet Arend-Roland. Stockholms Observatorium Meddelande. 1959, 118.
9. Орлов С. В. Голова кометы и классификация кометных форм. М, 1945 (стр. 87).

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОМЕТЫ МРКОСА (1957 d)*

Г. Н. САЛУКВАДЗЕ и В. П. ДЖАПИАШВИЛИ

Комета (1957 *d*) была открыта чешским астрономом Антонином Мркосом 2 августа 1957 года.

Первая фотография этой кометы в Абастуманской астрофизической обсерватории была получена вечером 15 августа. Фотография показала прекрасную волокнистую структуру кометы и поэтому было решено получать серию фотографий кометы для ее фотометрического исследования, а также для прослеживания за изменениями формы кометы.

Наблюдения велись на двойном короткофокусном астрографе (диаметр 20 см, фокусное расстояние 100 см), на пластинках Агфа Астро, без светофильтров. С одной камерой фотографировалась комета при сравнительно коротких экспозициях, для определения точных положений, а с другой — по возможности с длинными экспозициями для фотометрических целей. Результаты определения точных положений даются в заметке [1].

Наблюдения велись с 15 августа по 6 сентября, включительно. Всего было получено 23 негатива. Все снимки были калиброваны трубчатым фотометром.

Подробное описание наблюдательного материала дается в таблице 1.

Ввиду того, что часть фотографий была получена при неблагоприятных атмосферных условиях, для фотометрирования было подобрано 6 негативов, полученных 19, 20, 23, 24, 26 и 29 августа.

Распределение яркости в хвосте кометы исследовалось при помощи изофотометра конструкции Н. Н. Михельсона. Изофоты были построены через 0.50 звездной величины, с увеличением 1.8 раза.

На рис. 1 а, б, в, г, д, е даются изофоты соответственно для следующих негативов: №№ 5424, 5426, 5435, 5441, 5451, 5454.

На фото 1—10 приведены фотографии кометы, полученные в период с 16 августа по 4 сентября. Эти фотографии показывают наличие двух хвостов кометы. Оба хвоста особенно хорошо видны на фотографиях, полученных 19, 22, 24 и 29 августа (см. фото 3, 5, 7, 9).

Наличие двух хвостов было отмечено также и другими авторами (см. напр., [2, 3]).

---

* Основные результаты статьи сообщены на семинаре по кометам, организованном в июле 1960 г. в г. Тарту Комиссией по кометам и метеорам АС АН СССР совместно с Институтом физики и астрономии АН ЭССР.

Исследования некоторых авторов показали значительно различную природу хвостов.

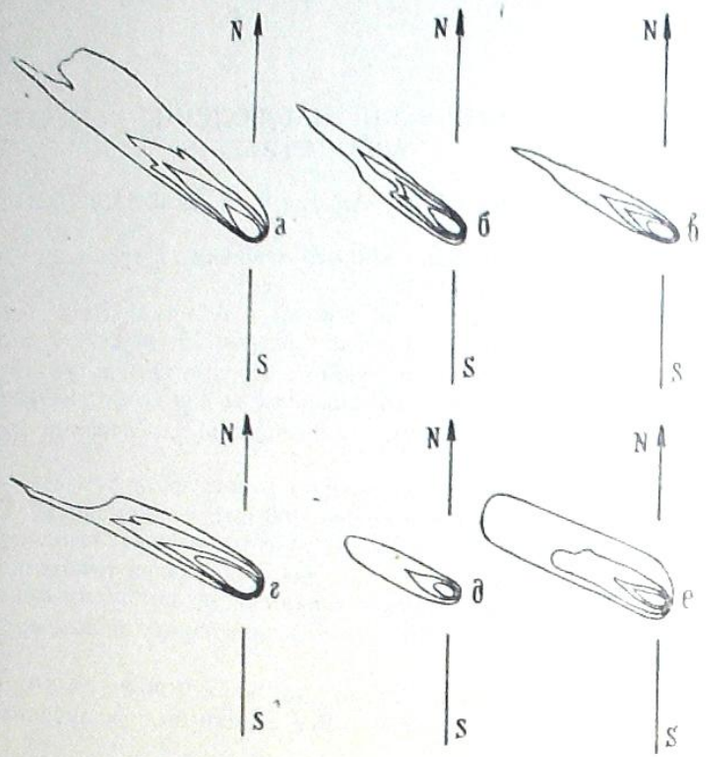


Рис. 1

Спектральным исследованием Бальде [4] выявлено, что прямой хвост дает изображение в полосах CO^+, тогда как искривленный размытый хвост имеет непрерывный спектр.

Колориметрические же исследования других авторов [5] показали, что свет прямого хвоста концентрируется в синей области спектра, а искривленный диффузный хвост излучает и в синей и в желтой областях.

В результате рассмотрения наших изофот (рис. 1) и фотографий (фото 1—10) констатируются замеченные многими наблюдателями значительные изменения в пылевом и в газовом хвосте кометы. В частности, можно фиксировать появление, перемещение и исчезновение газовых струй и облачных образований синхрон, об электромагнитной природе которых высказано предположение С. К. Всехсвятским [6]. Т. о. выявляется характерная полосчатая структура хвоста II типа.

Особое внимание привлекает к себе сильный выброс из головы кометы в юго-восточном направлении, что хорошо заметно на фотографии от 19 августа (см.фото 3). Этот выброс отсутствует на других фотографиях.

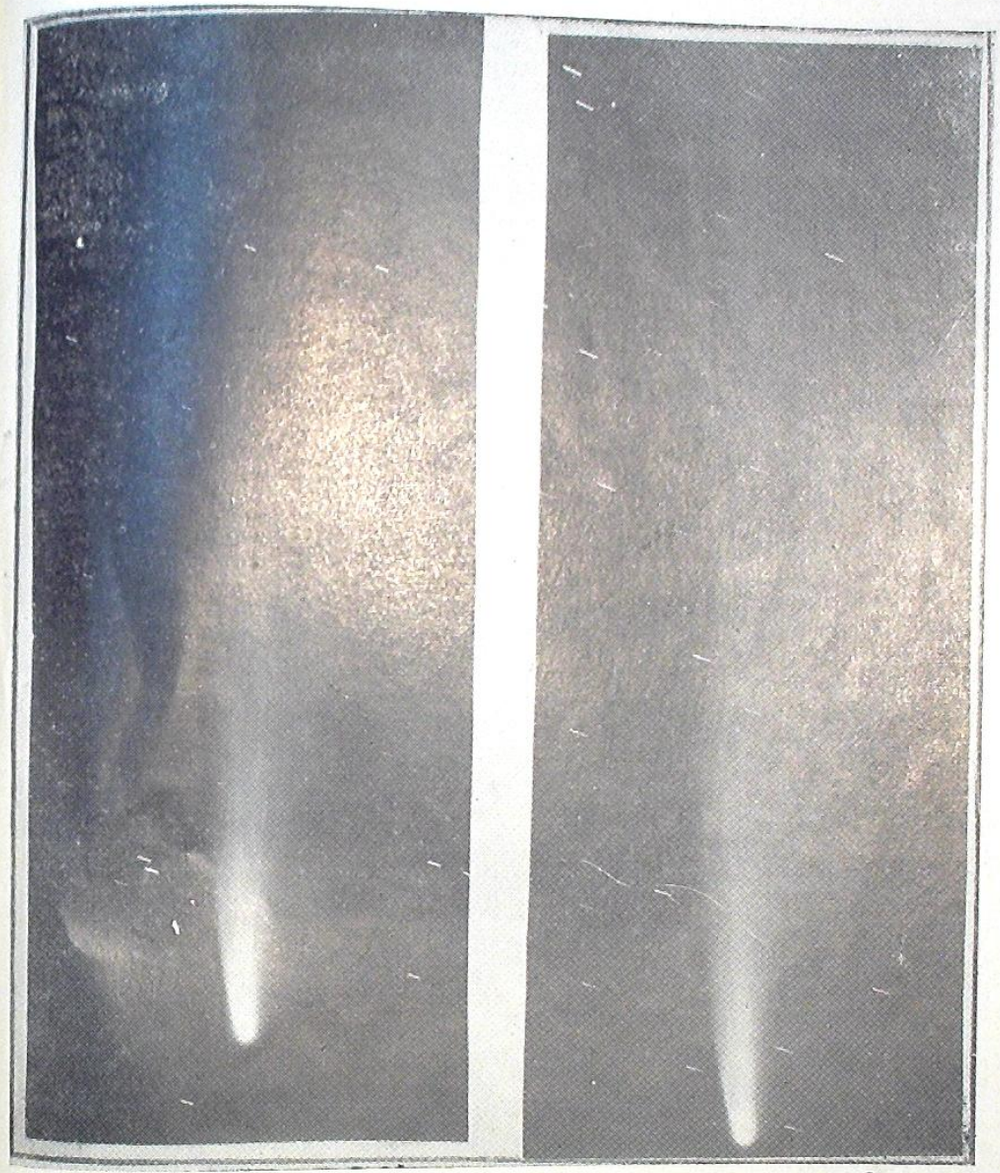


Фото 1—2



Фото 3—4



Фото 5—6



Фото 7—8



Фото 9

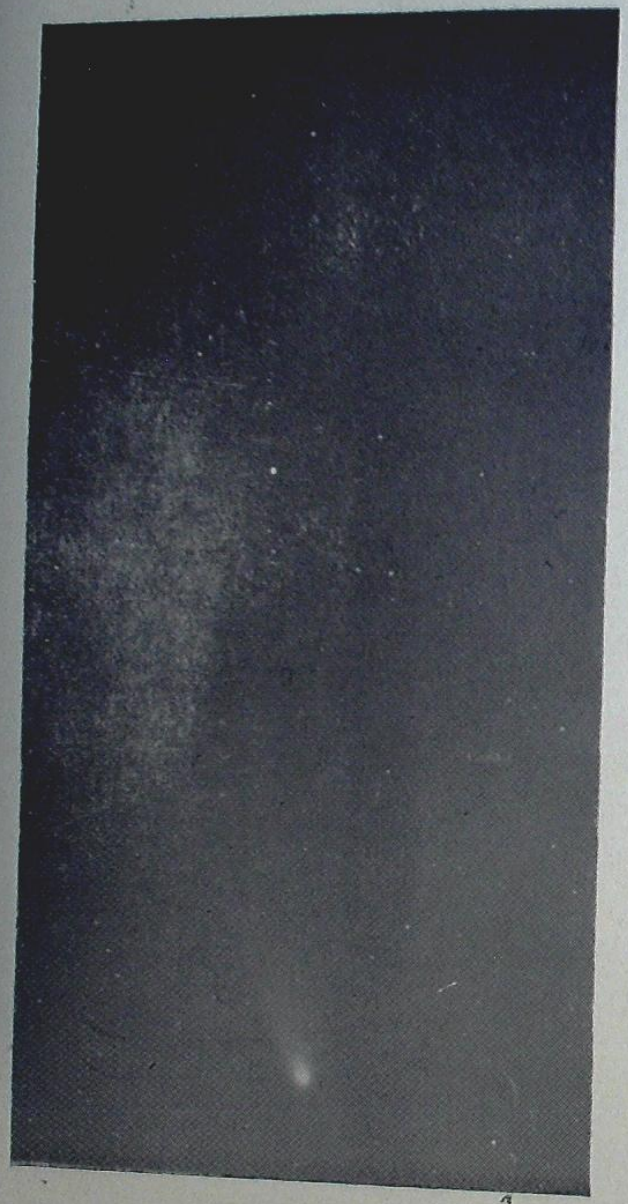


Фото 10.

Таблица 1

№№ пп.	Дата: время всемирное	№ негатива	Экспозиция (в минутах)
1	1957, Август, $15^d.723$	5415	2
2	·733	5416	22
3	16.723	5419	3
4	733	5420	30
5	19.724	5423	3
6	·734	5424	32
7	20.725	5425	3
8	·733	5426	31
9	21.719	5427	6
10	22.735	5430	4
11	·741	5431	15
12	23.735	5434	4
13	·741	5435	15
14	24.742	5440	4
15	·746	5441	15
16	26.740	5450	4
17	·745	5451	16
18	29.733	5454	35
19	·720	5455	5
20	Сентябрь, 4.729	5460	7
21	·733	5461	14
22	6.733	5462	5
23	·735	5463	13

Что касается головы кометы, то замечается некоторая асимметрия в ее строении в направлении, перпендикулярном к хвосту; голова более протяженна в северо-восточном направлении.

Октябрь, 1963.

მრკოსის კომეტის (1957 *d*) ფოტოგრაფიული დაკვირვებები

ბ. სალუქვაძე და ვ. ჯაფიაშვილი

(რეზუმე)

მოკლეფოკუსიან ორმაგ ასტროგრაფზე მიღებული ფოტოგრაფიების საშუალებით გამოკვლეულია სიკაშკაშის განაწილება კომეტის კუდებში და თავში.

კომეტის ფოტოგრაფიებისა და ზოგიერთი მათგანის მიხედვით აგებული იზოფოტების განხილვისა და შესწავლის შედეგად შემჩნეულია საგრძნობი ცვლილებები კომეტის მტვეროვან და გაზოვან კუდებში. კერძოდ, ფიქსირებულია გაზოვანი ნაკადებისა და ღრუბლოვანი წარმონაქმნების გამოჩენა, გადაადგილება და გაქრობა. კომეტის თავის აგებულებაში შემჩნეულია ერთგვარი ასიმეტრია: კომეტის თავი უფრო გაწელილია ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით.

PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF THE COMET MRKOS (1957*d*)

G. N. SALUKVADZE and V. P. DZHAPIASHVILI

(Summary)

The distribution of photographic brightness in the comet's tail and head is investigated.

Considering the photographs of the comet and the isophotes, drawn according to them, one can notice marked differences in dusty and gaseous tails of the comet.

In particular, appearance, shifts and disappearance of the gaseous streams and cloudy formations are fixed. Some kind of asimmetry characterises the comet's head; it is more elongated in North-East direction.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Салуквадзе Г. Н. Наблюдения комет Аренда-Ролана (1956 h) и Мркоса 1957 d) на Абастуманской астрофизической обсерватории. Астрон. Цирк. АН СССР. 1958, № 190, 6—8.
2. Страйжис В. Комета Мркоса 1957 d. Астрон. Цирк. АН СССР. 1957, № 185, 5—6.
3. Тейфель В. Г. и Тейфель Я. А. Наблюдения кометы 1957 d Мркоса в г. Щербакове. Астрон. Цирк. АН СССР. 1957, № 186, 8—9.
4. Baldet F. Le spectre des queues de la comète Mrkos (1957d). Comptes Rendus Acad. sci. 1957, **245**, N 10, 923—924.
5. Bigau Joseph-Henri, Nguyen-Hax Doan, Dufay Maurice, Sur la structure de la comète Mrkos (1957d). Comptes Rendus Acad. Sci. 1957, **245**, N 10, 921—923.
6. Всехсвятский С. К. О природе «синхронных» образований в хвостах комет. Астрон. Журн. 1959, **34**, 3, 503—511.

К ВОПРОСУ О ВАРИАЦИЯХ СВЕЧЕНИЯ НАТРИЯ В СУМЕРКАХ

Т. Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ и Т. И. ТОРОШЕЛИДЗЕ

Введение

Исследованию атмосферного натрия посвящено много работ, но проблема требует дальнейшего изучения, поскольку еще не решены важные вопросы, связанные с ней. Остается неясным происхождение натрия в атмосфере Земли, не существует теории, объясняющей сезонный ход натрия, если не считать высказываний отдельных авторов по этому вопросу. Открытым остается вопрос о суточных вариациях интенсивности натрия (подразумевается наблюдаемое различие между утренними и вечерними интенсивностями свечения натрия). Не ясны также еще причины отдельных вспышек натрия, имеющих место ото дня ко дню. По-видимому, главной причиной недостаточности изучения этого вопроса является, с одной стороны, отсутствие сотрудничества между обсерваториями и институтами различных стран мира, занимающимися изучением натрия и расположенными на разных широтах и долготах, и, с другой стороны, — отсутствие систематического наблюдательного материала за длительный период. Вызывает сожаление тот факт, что даже в период Международного Геофизического Года этому вопросу не было уделено должного внимания.

Первые исследования атмосферного натрия связаны с именами Вукса и Черняева [1], Бернара [2], Кабана, Дюфей и Гози [3], Чепмена [4]. Далее последовали исследования Брикара и Кастлера [5], Карио и Стила [6], Бламона и Кастлера [7], Хантена и Шеферда [8], Донаю и Ресника [9], Хантена [10], Бранта [11], Бламона, Донаю и Стулла [12], Донаю и Хантена [13], Чемберлена, Хантена и Мака [14], О'Брайена [15], Джанга, Олденберга и Вассона [16] и др.

После открытия свечения натрия в сумерках были высказаны гипотезы относительно происхождения натрия в земной атмосфере. Гипотезы резко разделяются на две группы. Одни исследователи считают, что натрий попадает в атмосферу Земли из межпланетного пространства, другие допускают его земное происхождение. Вопрос все еще остается открытым. Что касается механизма возбуждения натрия в атмосфере Земли, окончательно считается установленным резонансное возбуждение натрия солнечными лучами.

В работе Джанга, Олденберга и Вассона [16] рассматриваются всевозможные причины попадания натрия в атмосферу Земли и авторы приходят к следующему заключению. Перенос солей натрия с поверхностей морей и океанов не может обеспечить наблюденную яркость. Достаточное количество натрия можно получить из метеорных потоков, если допустить, что продолжительность времени жизни атомов натрия в атмосфере Земли на соответствующих высотах равна десяти годам. В этом случае можно будет получить интенсивность, в 300 раз превышающую наблюдаемую. С другой стороны, как указывают Литл и Хантен [17], знание сезонного хода в южном полушарии значительно расширит

представления о происхождении натрия. Подобные наблюдения, но в очень незначительном количестве, имеются. О'Брайен [15] провел несколько наблюдений в Мельбурне и получил результат, указывающий на то, что яркость натрия зимой в два раза больше, чем летом. Мэйо и Робле [18], исследуя свечение сумерек на Земле Адели, обнаружили относительно постоянную интенсивность за период с апреля по сентябрь. В Новой Зеландии Тинсли и Джонс [19] получили сезонные вариации атомарного натрия, аналогичные сезонным вариациям, полученным на наблюдательных станциях северного полушария — максимум зимой и минимум летом. Если было бы получено одновременное изменение интенсивности натрия в обоих полушариях, то тогда это однозначно указало бы на внеземное происхождение натрия. Сезонные вариации свечения можно было объяснить изменением концентрации межпланетного натрия, слой которого пересекается Землей, при ее движении по орбите. Но, полученные результаты отвергают эту гипотезу. Земное происхождение кажется более правдоподобным, хотя не следует исключать метеорного происхождения, при условии, что имеется достаточный запас натрия в атмосфере Земли, необходимый для сглаживания коротких вариаций интенсивностей, получаемых непосредственно после сгорания метеорной массы в земной атмосфере. Таким образом, вопрос о происхождении натрия в земной атмосфере все еще требует дальнейшего изучения. Мы не претендуем на разрешение этих вопросов, но некоторые особенности, обнаруженные нашими наблюдениями, быть может, будут в дальнейшем способствовать их решению.

Сезонные вариации интенсивности свечения сумеречного натрия в вертикале Солнца

Приводимые в статье результаты, касающиеся исследования атмосферного натрия в сумерках основаны на спектрографических наблюдениях сумерек за 1961, 1962, 1963 гг. в Абастуманской астрофизической обсерватории (гора Канобили, $\varphi=41°\ 45'N, l=2^h\ 51^m\ E$, высота над уровнем моря 1700 м), полученных со спектрографами СП-48 Спектрографические наблюдения проводились одновременно в трех направлениях: 1) в солнечном вертикале ($h=20°—25°$); 2) в направлении на север ($h=23°$); 3) в зените. В данной статье рассматриваются результаты, полученные для двух первых направлений (о результатах зенитных наблюдений будет сообщено позже).

Спектрофотометрическая обработка полученного материала проводилась по общепринятому методу спектрофотометрии. Употребляемые нами максимальные значения интенсивностей натрия рассматривались как относительно фона, так и с учетом фона. Вопрос о поведении фона в сумерках на разных высотах при разных длинах волн будет рассмотрен в следующей статье.

Абсолютная калибровка проводилась с помощью ночных наблюдений по методу, описанному в инструкции Роча [20].

Охваченный нами наблюдательный период за 1961, 1962, 1963 гг. разрешил выявить вполне определенный сезонный ход для двух вышеуказанных направлений и сопоставить их с сезонными вариациями, полученными в других наблюдательных пунктах.

Сезонные вариации изучались многими авторами [5, 10, 21, 22, 23], в работах, включающих спектрографические, электрофотометрические и другие наблюдения атомарного натрия.

Наблюденные сезонные вариации на разных наблюдательных пунктах в течение года имеют разный ход, по-видимому, как-то связанный с широтой места наблюдения, а также дополнительно имеют место сильные флуктуации ото дня ко дню, характерные для отдельных наблюдательных пунктов. Для сопоставления наших данных с данными других станций, мы сочли целесообразным использовать наблюдения следующих станций: Франция, Горный Прованс ($\varphi=43°\ 56'\ N,\ l=5°\ 43'E$), совпадающий по широте с нашим пунктом наблюдения, Таманрассет ($\varphi=22°\ 48'N,\ l=5°32'E$), отличающийся от Горного Прованса только широтой, и Сескатун ($\varphi=52°N,\ l=107W$).

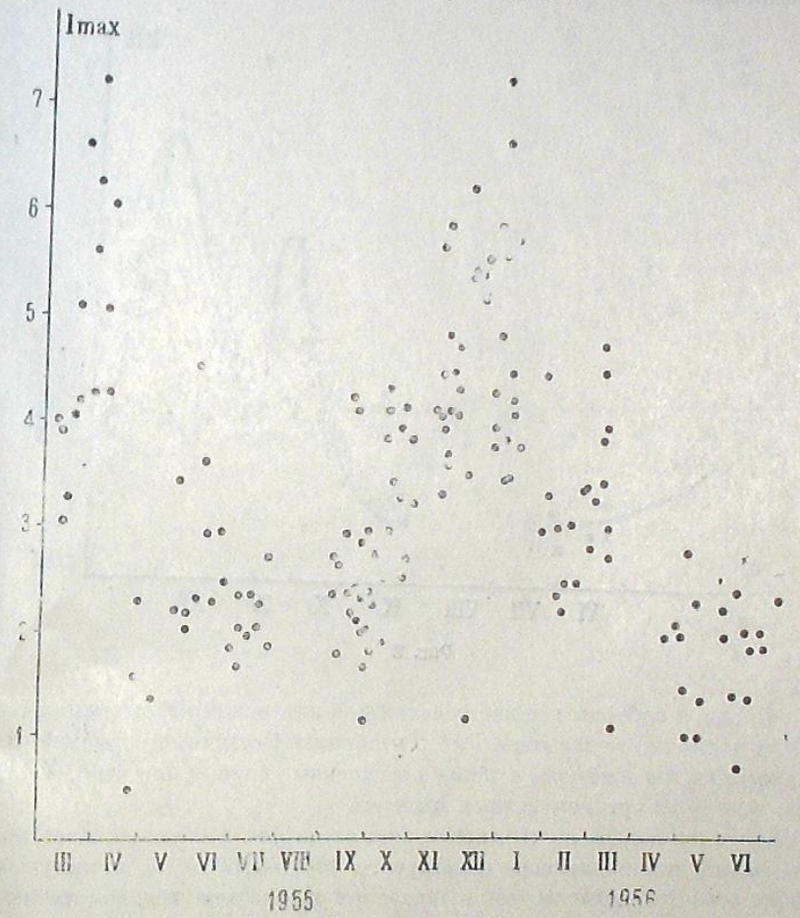


Рис. 1

В Горном Провансе наблюдается двойной максимум зимой с минимумом в декабре и вторичным максимумом в марте (рис. 1, 2).

На станции Таманрассет сезонный ход не наблюдается. В Саскатуне наблюдается максимум в феврале и минимум в июле. Указанные сезонные изменения позволили Донаю и Бламону [22] высказать предположение о наличии зоны богатой облаками натрия, которая начинает двигаться летом от $\varphi=30°N$, к $\varphi=50°N$, а начиная с весны — обратно. Наличием этой зоны объясняют наблюдаемые сезонные изменения на указанных трех станциях, и поэтому представляет интерес рассмотреть наши сезонные вариации, т. к. мы, согласно данной гипотезе, должны

испытывать влияние этого пояса. На рис. 3 и 6 дается сезонный ход максимальной интенсивности натрия для отдельных наблюдений за период 1961, 1962, 1963 гг. в вертикале Солнца для наших наблюдений. Кружками обозначены утренние наблюдения, а точками вечерние. Наблюдается ярко выраженный максимум зимой и минимум летом, в июле. В среднем, зимний максимум в 7—8 раз превосходит интенсивность летнего минимума.

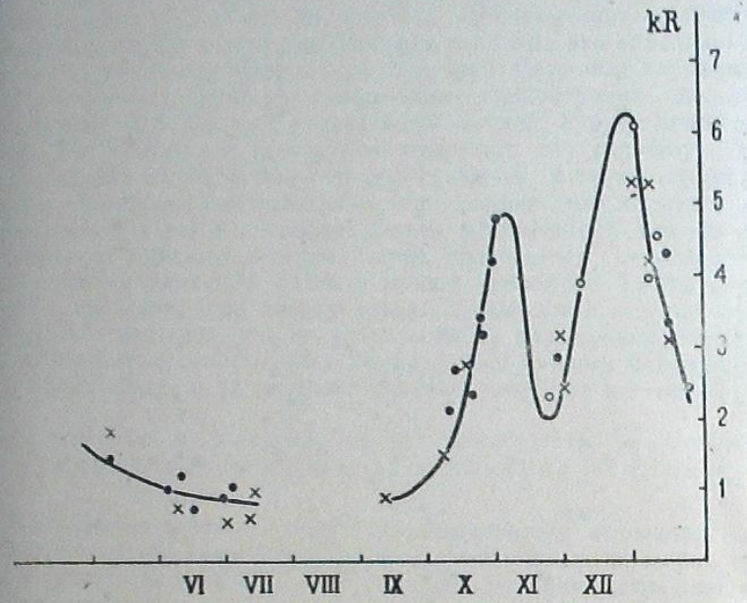


Рис. 2

На рис. 4 собраны все наблюдения для наглядной иллюстрации сезонных вариаций за все годы. Рис. 5 изображает сезонные вариации отдельно для утра и вечера, а также осредненные кривые для утра и вечера, исходя из среднемесячных значений.

Более подробное рассмотрение кривых на рис. 6 обнаруживает наблюдаемый зимой двойной максимум за 1961—1962 гг., с минимумом в конце декабря и максимумом в январе и в апреле для утренних наблюдений. Кривые вечерних сумерек обнаруживают максимум в январе, в начале февраля и в конце сентября. В 1962—1963 гг. наблюдается вновь раздвоенный максимум в ноябре и в феврале, с минимумом в декабре (дальше в 1963 году о вечерних наблюдениях судить трудно из-за малого числа наблюдений), затем для утренних сумерек максимум в апреле и небольшой максимум в июле. Для вечерних наблюдений в конце сентября вновь наблюдается небольшой максимум.

На рис. 5 все эти максимумы налицо, если рассматривать отдельно утренние и вечерние наблюдения, иначе некоторые максимумы сглаживаются, как это хорошо видно из того же рисунка по усредненной кривой, обозначенной крестиками (средняя кривая для утра и вечера).

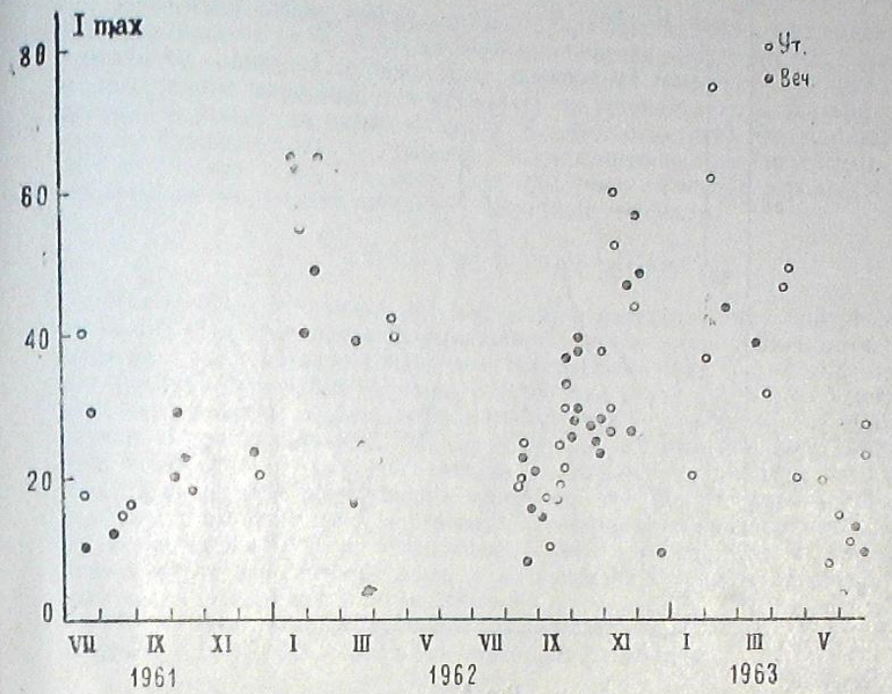


Рис. 3

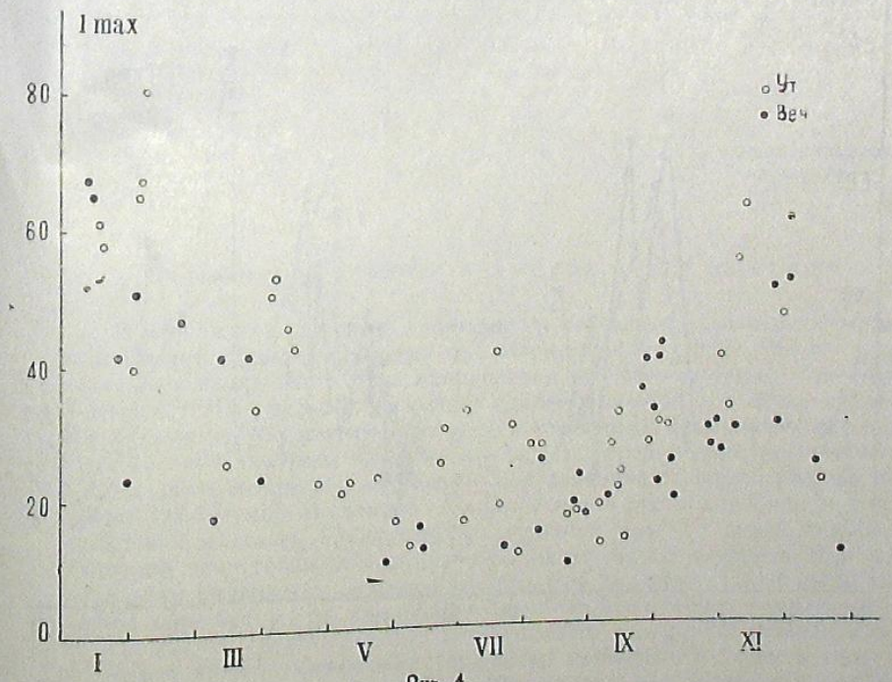


Рис. 4

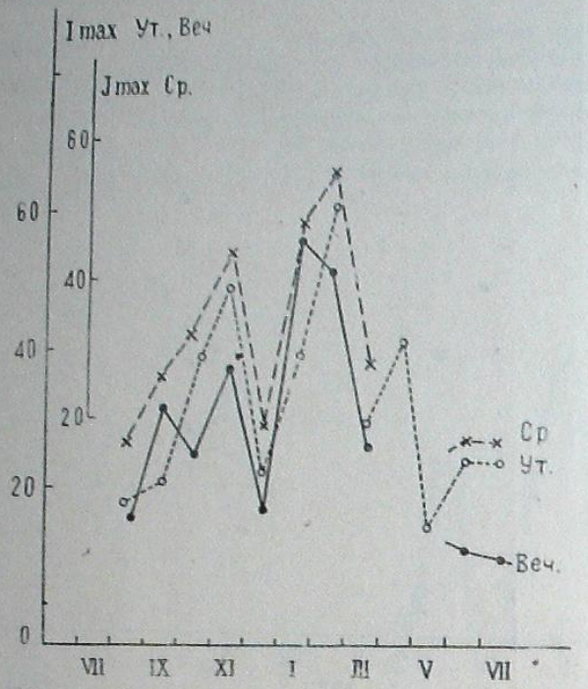


Рис. 5

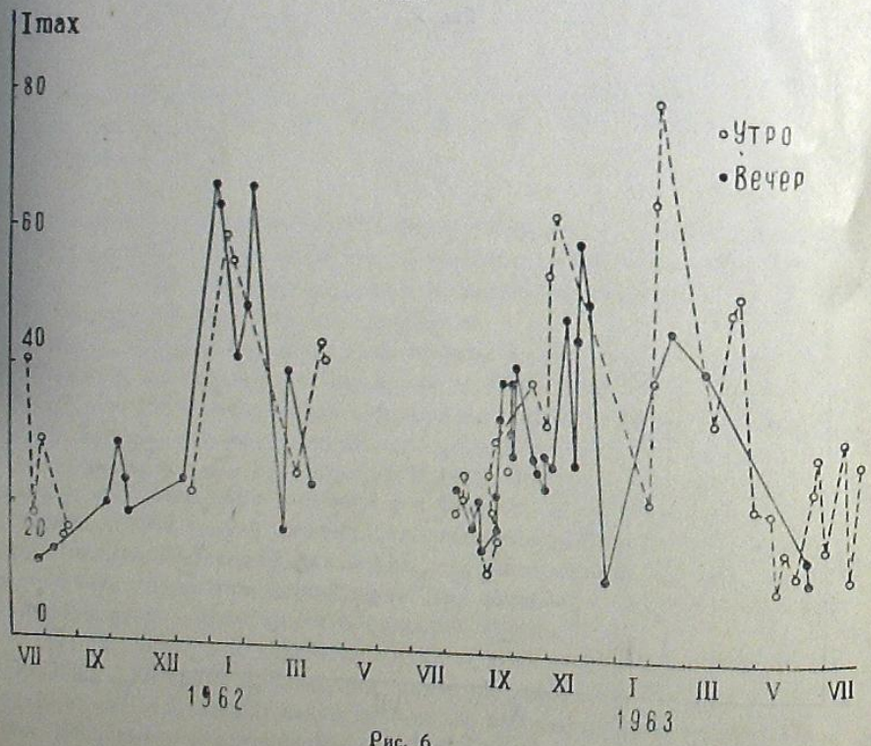


Рис. 6

Сравнение наших наблюдательных данных с данными наблюдений [22], разнящихся на 5—6 лет (в этом промежутке находится год с максимальной солнечной активностью), показывает хорошее совпадение хода сезонных вариаций, что указывает на устойчивость характера сезонных вариаций на наших широтах. Следует отметить, что наблюдения во Франции (рис. 1) относятся к наблюдениям, производимым в 90° от Солнца к югу, что вызывает некоторое смещение максимумов, но вряд ли это следует приписать широтному эффекту.

Эффект утра-вечера

По вопросу о наличии расхождения в интенсивностях натриевого свечения в утренних и вечерних сумерках имеются противоречивые мнения. Рядом авторов такое различие наблюдается, другие указывают на отсутствие этого эффекта. Это по всей вероятности объясняется тем, что во-первых, наблюдаемое различие между утренним и вечерним свечением имеет сезонный ход, достигающий местами больших амплитуд; во-вторых, это различие зависит от направления наблюдения. Целесообразнее, для обнаружения этого эффекта, рассматривать сезонные вариации отдельно для утренних и вечерних наблюдений (рис. 5 и 6). В случае наблюдения в вертикале Солнца это различие не велико, хотя в марте и в сентябре из-за этого различия наблюдается добавочный максимум для вечерних наблюдений.

В приводимой ниже таблице 1 даются значения величин этого отношения для разных периодов в вертикале Солнца.

Таблица 1

Период наблюдений	Значение величины отношения утро-вечер	Примечание
1961 VII—1962 VII	1·02	
1962 VII—1963 VII	1·04	
1961 VII—1962 I	1·05	
1962 I —1962 VII	0·98	
1962 VII—1963 I	1·02	
1963 I —1963 VII	1·10	Мало вечерних наблюдений

Сезонные вариации в направлении на север

В направлении на север наблюдается несколько отличный сезонный ход. На рис. 7 дается сезонный ход натрия за 1961, 1962, 1963 гг. для отдельных наблюдений. Для направления на север главный максимум наблюдается в апреле и несколько слабее в ноябре и в июле, причем все указанные максимумы образуются утренними наблюдениями (рис. 8, на котором нанесены точки за все годы). Утренние наблюдения имеют большую амплитуду изменения, чем вечерние, а также разные периоды максимумов. В отличие от наблюдений в вертикале Солнца в направлении на север наблюдаются отличные друг от друга сезонные вариации для утра и вечера, причем эффект утра и вечера в этом направлении выявляется сильнее (рис. 9). Для вечерних наблюдений минимум в ноябре, а для утренних в сентябре, что хорошо видно из рис. 10, где даются среднемесячные интенсивности для утра и вечера и осредненная кривая. Отношение утро-вечер меняется в течение года: в частности, вечерние интенсивности преобладают над утренними в янва-

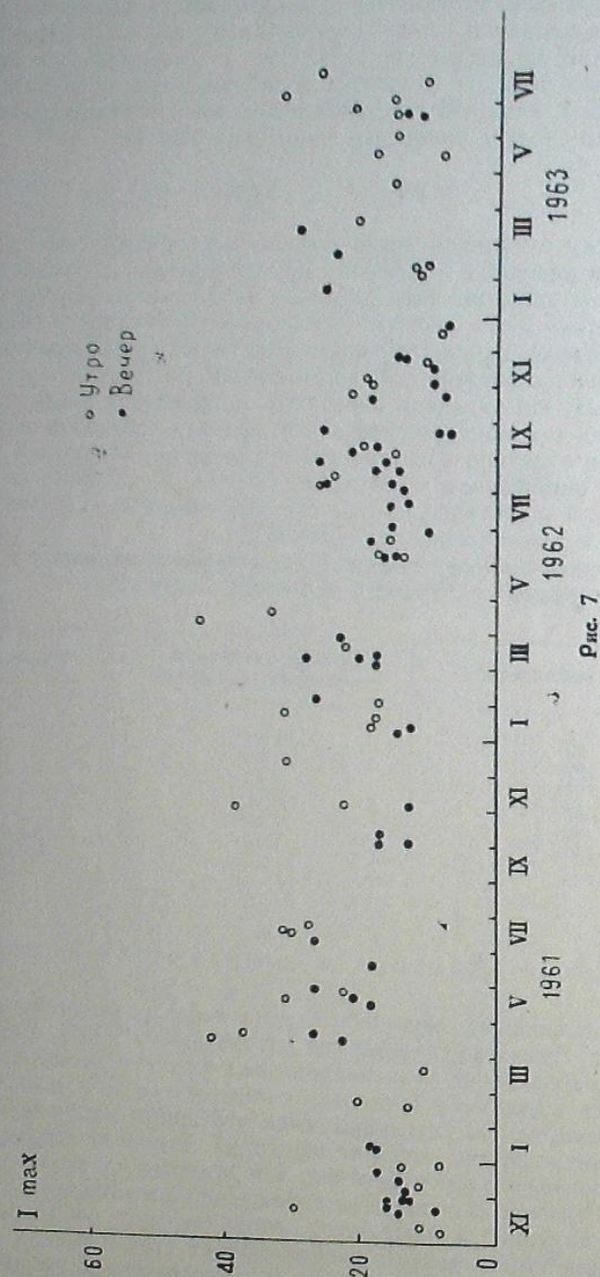


Рис. 7

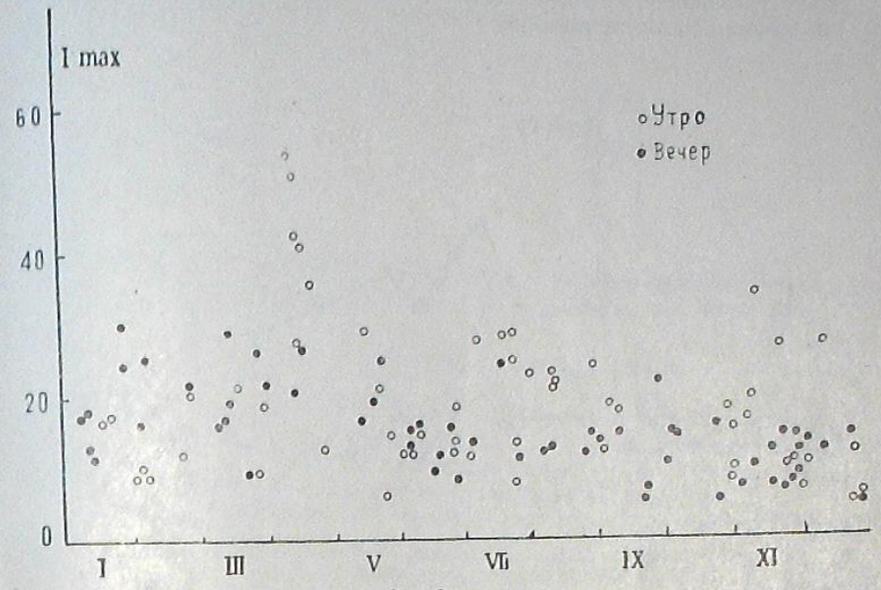


Рис. 8

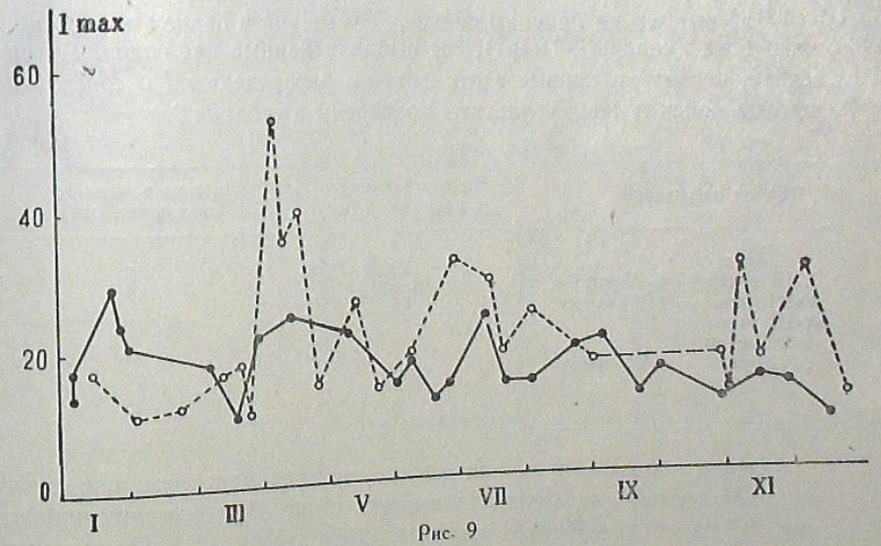


Рис. 9

ре, феврале, марте и возможно, в сентябре (нет достаточного числа утренних наблюдений). В конце марта отношение равно единице, а затем утренние интенсивности начинают увеличиваться и в конце июня это отношение вновь приближается к единице. По-видимому, изменение отношения утро-вечер связано с точками равноденствий, т. е. связано с вращением Земли вокруг Солнца. Из-за отсутствия достаточного ко-

личества парных наблюдений утро-вечер этот эффект требует дальнейшего уточнения. С уверенностью можно сказать, что эффект сильнее выражен весною, чем осенью.

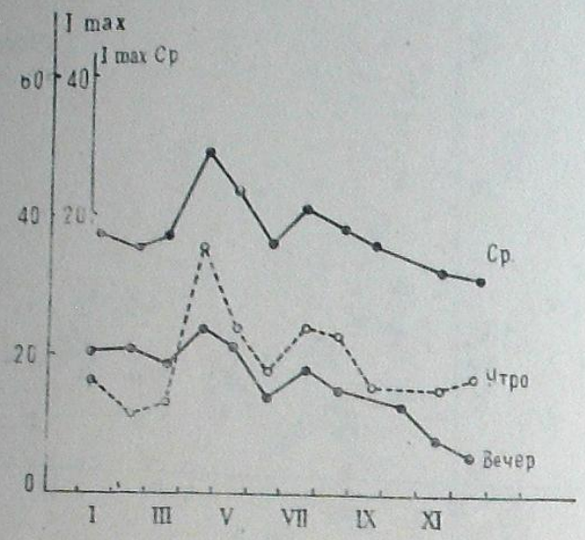


Рис. 10

Для выявления причины сильных изменений в период первой половины года (январь — март), мы выбрали парные наблюдения утра и вечера, построили кривые вертикального распределения и сопоставили высоты максимумов. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Период наблюдений	Высота утреннего максимума (км)	Высота вечернего максимума (км)
1962 г.		
5·III вечер — 6·III утро	70	115
8·III утро — 8·III вечер	65—70	85
15·III утро	85	
31·III вечер		
1·VI утро — 2·VI вечер	99	70
		99

Таким образом, в начале марта утренний максимум ниже вечерних; постепенно максимум поднимается выше. Для вечерних наблюдений наблюдается обратная картина. Следовательно, в первой половине года имеет место сильное вертикальное смещение максимума интенсивности для утра и вечера, причем, для утра и вечера смещение имеет обратный ход. Во второй половине года столь ясно выраженной закономерности не было замечено. В приводимой ниже таблице 3 даются значения величин отношения утро-вечер для различных периодов в направлении на север.

Таблица 3

Период наблюдений	Значение величины отношения утро-вечер
1961 г.	
1962	1·48
1961 I —1961 VI	1·38
1961 VI—1962 I	1·26
1962 I —1962 VI	1·88
1962 VI—1963 I	1·16
1963 I —1963 VI	1·24
	1·08

Как видно из таблицы 3, наблюдается определенный ход уменьшения отношения, как в среднем за год, так и по отдельным периодам.

Высота излучающего слоя натрия

Первые измерения высоты были проведены в Норвегии, а затем во Франции Бернаром [24], который, не принимая во внимание экранирующего слоя, получил высоту 60 км. Позднее Хантен и Шеферд [8] проведя более обширные исследования, получили высоту 85 км.

Мы исследовали изменение высоты максимума излучающего слоя в двух направлениях. Высоты Z_0 вычислялись по формуле Чемберлена [24], допуская, что экранирующая высота $h_0=25$ км связана с озоном:

$$Z_0 - Z_s = \frac{h_0 \sec\beta - \delta_z}{1 + \operatorname{tg}\Theta_s \cdot \operatorname{tg}\beta \cos\Delta\Phi}.$$

Рассмотрение изменения высоты отдельно для утра и вечера в обоих направлениях показывает, что факт вертикального смещения несомненно наблюдается.

Таблица 4

Дата наблюдения	Высота в км	Дата наблюдения	Высота в км
1962 январь 11 вечер	93	Сентябрь 7 утро	77
12 „	97	8 „	75
13 утро	86	9 „	75
14 „	86	18 „ вечер	77
23 „	93	19 „	86
февраль 1 „	97	20 „	86
2 „	105	21 „	86
март 6 „	109	22 „	93
8 „	93	24 „	75
15 утро	93	25 „	75
31 вечер	77	октябрь 19 „	85
апрель 13 утро	93	23 „	86
14 „	93	24 „	75
август 5 „	86	25 „	77
6 „	86	26 „	86
6 вечер	103	27 утро	86
7 утро	86	ноябрь 2 „	103
26 вечер	75	2 вечер	86
27 „	75	3 утро	103
28 „	75	4 „	103
29 „	68	26 вечер	103
сентябрь 1 утро	86	27 вечер	103
4 „	91	27 утро	103
4 вечер	71	28 вечер	103
5 утро	86	29 „	103
6 „	77	декабрь 28 „	86

В таблице 4 приведены отдельные значения высоты максимального излучения натрия за 1962 г. в направлении в вертикале Солнца.

Эти данные следует рассматривать с некоторой осторожностью, т. к. фотографический метод для вертикального распределения интенсивности вряд ли позволяет определять точно высоту максимальной интенсивности из-за применения сравнительно больших экспозиций, в результате которых максимумы сглаживаются.

Отношение компонент дублета натрия

Как неоднократно указывалось в литературе, отношение линий натрия D в сумерках является чувствительным индикатором количества натрия в верхней атмосфере, поэтому изучение вариаций отношения компонент дублета натрия представляет большой интерес. Наши систематические наблюдения позволяют дополнительно исследовать этот вопрос. Выявление ясно выраженного сезонного хода отношения компонент затрудняется из-за большого разброса точек.

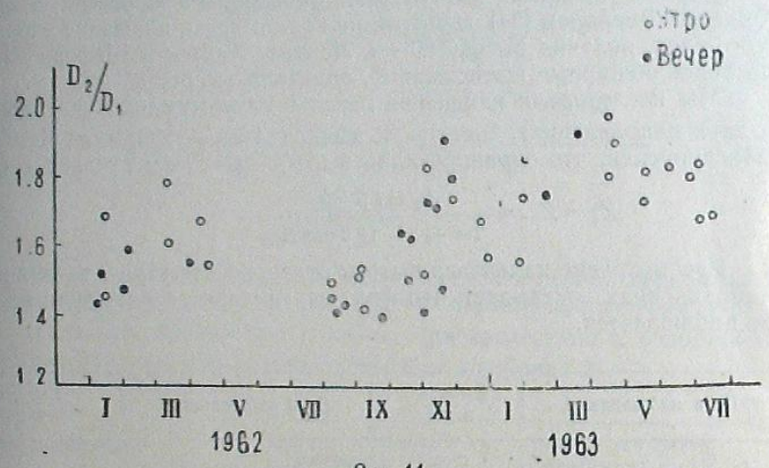


Рис. 11

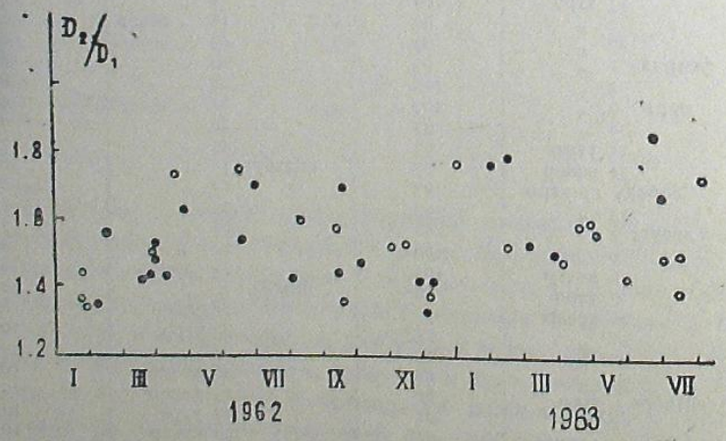


Рис. 12

На рис. 11 дается значение отношения компонент для различных дней в максимумах свечения в вертикале Солнца. Наблюдается определенный сезонный ход: максимум отношения достигается весной, а минимум в августе-сентябре. Аналогичная картина наблюдается при построении кривой для северных наблюдений (рис. 12). Здесь вновь можно заметить максимум весной и минимум несколько позже, в ноябре.

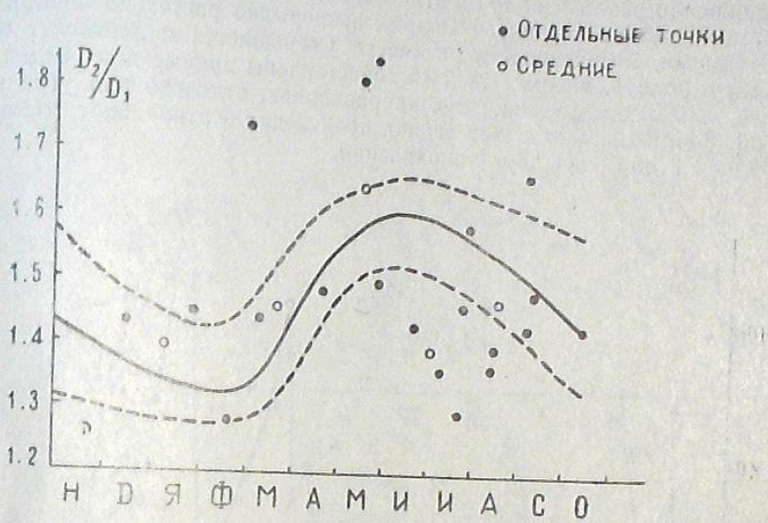


Рис. 13

Представляет интерес сопоставить наши наблюдения с наблюдениями А. Джонса и Д. Макферсона [25] (рис. 13). При сравнении этих данных наблюдается удовлетворительное согласие. В обоих случаях наблюдается большой разброс точек.

В таблице 5 сопоставляются наши данные — значения отношения компонент линий натрия $\frac{D_2}{D_1}$ — с данными Джонса и Макферсона, по периодам.

Таблица 5

Абастумани		Саскатун	
Период	Величина	Период	Величина
1962 г.		1949 г.	
I—III	1·45	I—III	1·40
IV—VI	1·65	V—VI	1·67
IX—XI	1·50	VIII—IX	1·48
XII	1·40		
Средн. за год	1·49		1·50

Как видно из таблицы 5, совпадение налицо.

Наблюдаемое различие между наблюдениями в вертикале Солнца и на север

1. В первую очередь следует указать на различный сезонный ход. В вертикале Солнца минимум интенсивности наблюдается в июле и начинается постепенное увеличение интенсивности до зимнего максимума. На севере для утренних наблюдений минимум в сентябре, а для вечерних — в ноябре. Таким образом, во второй половине года наблюдается совершенно различный ход в этих двух направлениях: в то время когда интенсивность в вертикале Солнца непрерывно растет до ноябрьского максимума, интенсивность на севере уменьшается и достигает минимума в ноябре. На рис. 14 и 15 сопоставлены кривые для отдельных дней наблюдения в этих двух направлениях, отдельно для утра и вечера. Возможно, что в этот период происходит вертикальное смещение, различное для этих двух направлений.

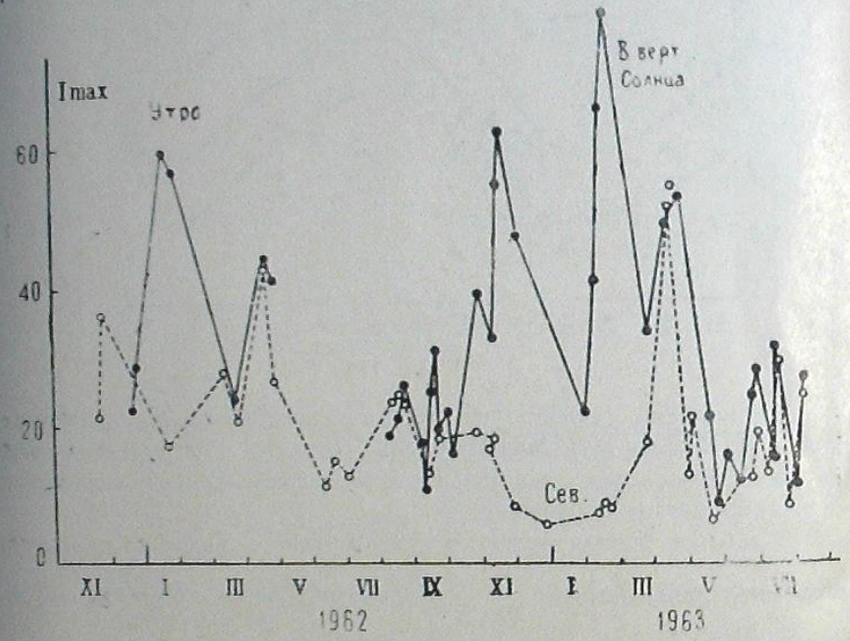


Рис. 14

2. На севере отсутствует осенне-зимний максимум. В апреле же, в обоих направлениях наблюдается максимум свечения, что, возможно, объясняется тем, что максимум интенсивности в обоих направлениях находится на одной высоте.

3. На севере наблюдается сильный эффект утра и вечера и более плавный ход изменения вечерних интенсивностей.

4. Сезонный ход на севере главным образом, определяется утренними наблюдениями. На рис. 16 и 17 сопоставлены утренние и вечерние наблюдения по среднемесячным данным для этих двух направлений. За период VI—IX месяцы кривые примерно сходятся. По-видимому, это объясняется тем, что в этот период высоты максимальной интенсивности приближаются друг к другу и интенсивности совпадают. По обе стороны от этого периода кривые расходятся из-за расхождения высот максимумов интенсивности.

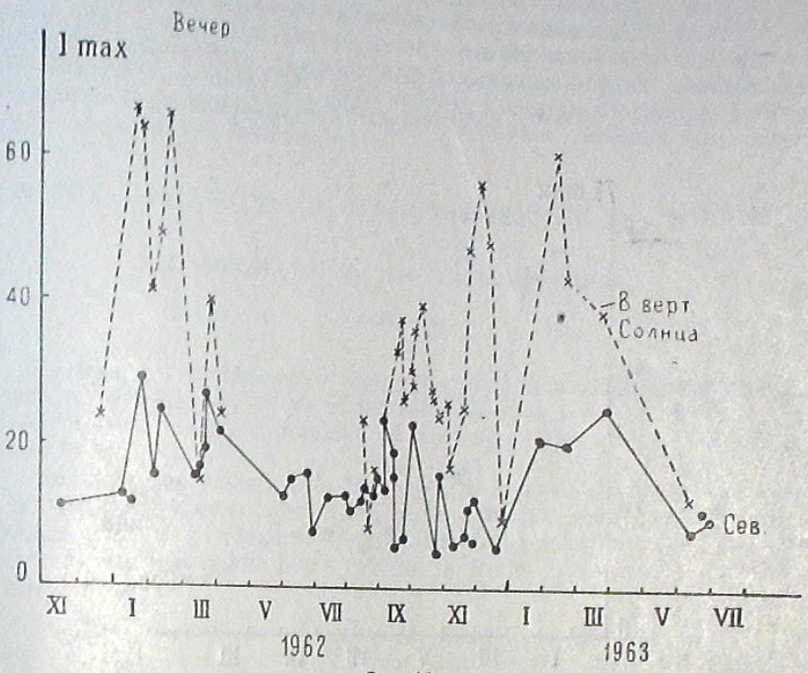


Рис. 15

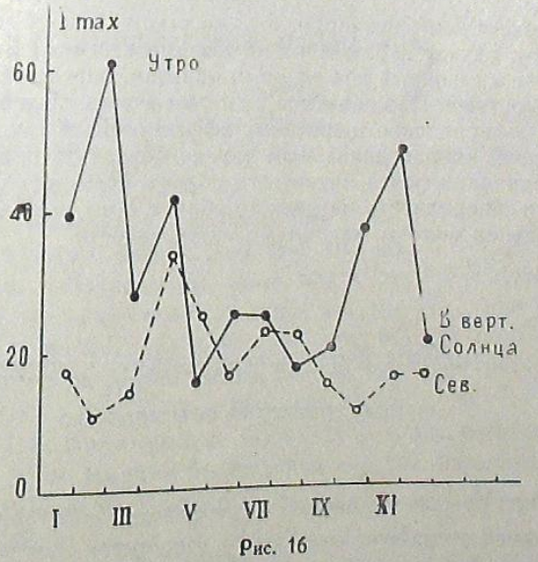


Рис. 16

Касаясь причины, объясняющей сезонные вариации, можно рассмотреть предположение, согласно которому летом должно наблюдаться повышение ионизации атомарного натрия, и поэтому, вариации интенсивности натрия должны обуславливаться изменением концентрации нейтрального натрия в течение года. Но кроме того должно иметь место еще явление, возможно, более кратковременное, вызывающее

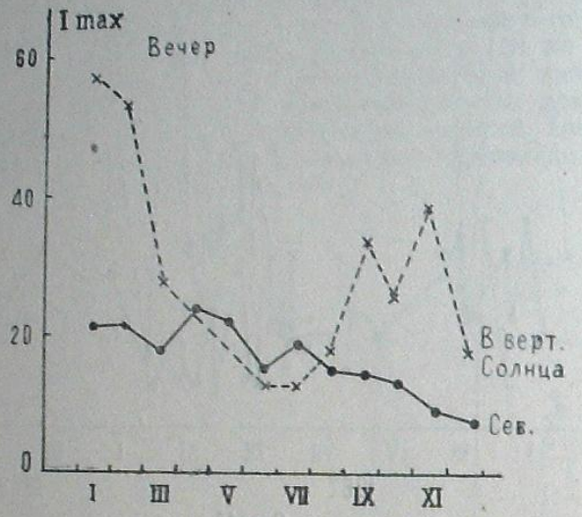


Рис. 17

быстрое изменение интенсивности и даже искажающее вышеуказанную картину, как в случае наблюдения на север, где зимний максимум вовсе отсутствует и сезонный ход главным образом, определяется утренними интенсивностями. Наблюдаемое различие в этих двух направлениях не может быть приписано широтному эффекту. Имея такой различный ход в этих двух направлениях, нам трудно объяснить сезонные вариации существованием пояса натриевого облака, если дополнительно не указать на неоднородность натриевого облака и на сильные вертикальные перемещения высоты максимума интенсивности.

Октябрь, 1963.

ბინდში ნატრიუმის ნათების ვარიაციების საკითხისათვის

თ. მეგრელიშვილი და თ. ტოროშელიძე

(რეზიუმე)

1961—1963 წლებში აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში სპექტროგრაფიულ დაკვირვებათა საფუძველზე მიღებულია ატომური ნატრიუმის ინტენსივობათა სეზონური ვარიაციები, ვერტიკალური განაწილება, ნატრიუმის კომპონენტთა შეფარდების სეზონური სვლა და გამოსხივების ფენის სიმაღლე. საყურადღებოა ის შედეგი, რომ ორი მიმართულებით ჩატარებულმა დაკვირვებებმა (1. მზის ვერტიკალში h=25°; 2. ჩრდილოეთის მიმართულებით h=23°).

გამოამჟღავნა განსხვავებული სეზონური სვლა; მზის ვერტიკალში დაკვირვებული ინტენსივობის მაქსიმუმი ზამთარში, ჩრდილოეთის მიმართულებით, გადანაცვლებულია მარტ-აპრილის თვეებში. გამოთქმულია მოსაზრება ინტენსივობის მაქსიმუმის ვერტიკალური გადანაცვლების შესახებ წლის დროსთან დაკავშირებით. დაკვირვებულია ავრეთვე მკვეთრად გამოსახული დილა-საღამოს ეფექტი ჩრდილოეთის მიმართულებით.

ON THE VARIATIONS OF SODIUM EMISSION IN TWILIGHT

T. G. MEGRELISHVILI and T. I. TOROSHELIDZE

(Summary)

The seasonal variations of intensities of atomic sodium, vertical distribution, seasonal variations of the ratio Na components and the height of the emission layer are obtained on the basis of spectrographic observations in 1961—63.

One must pay attention to the result, that the observations carried out in two directions (in the Sun's vertical, h=25° and in the direction of North, h=23°) displayed different seasonal variations; the intensity maximum observed in the Sun's vertical in winter is shifted to the North in March-April.

It is suggested that maximum of intensity is shifted vertically in dependence on the season of the year. The sharply expressed effect of morning and evening in the direction of North is also observed.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Черняев В. Н., Вукс М. Ф. Докл. АН СССР, 1937, **14**, 77.
2. Bernard R. CR. Acad. Sci., 1938, **206**, 448.
3. Cabannes J., Dufay J., Gauzit J. CR Acad. Sci. 1938, **206**, 870.
4. Chapman S. Aph. J. 1939, **90**, 309.
5. Bricard J., Kastler A. Ann. Géoph. 1944, **1**, 53.
6. Cario G., Stille U. Zeitschr. Phys, 1940, **116**, 122.
7. Blamont J., Kastler A. Ann. Geòph. 1951, **7**, 73.
8. Hunten D, M., Shepherd G. G. J. Atm. and Terr. Phys., 1954, **5**, 57.
9. Donahue T. M., Resnick R. Phys. Rev. 1955, **98**, 1622.
10. Hunten D. M. The Airglow and the Aurorae, 1956, 114.
11. Brandt J. C. J. Atm. and Terr. Phys. 1958, **13**, 99.
12. Blamont J. E., Donahue T. M, and Stull V. R. Ann. Géophys. 1958, **14**, 253.
13. Donahue T. M. Hunten D, M, J, Atm, and Terr, Phys, 1958, **13**, 165.
14. Chamberlain J. W., Hunten D. M., Mack J. E. J. Atm. and Terr. Phys. 1958, **12**, 153.
15. O'Brein J. J. Geophys. Res. 1960, **65**, 1.
16. Junge C. E., Oldenberg O., Wasson J, T, J, Geophys, Res, 1962, **67**, 1027.
17. Lytle E. A., Hunten D. M. J. Atm. and Terr. Phys. 1959, **16**, 236.
18. Mayaud. P. N., Robley R. Ann. Geophys. 1954, **10**, 258.

19. Tinsley B. A., Wallance Jones A. J. Atm. and Terr. Phys. 1962, **24**, 345.
20. Roach F. F. NBS Report, N 5006.
21. Blamont J. E., Donahue T. M. and Weber W. Ann. Geophys. 1958, **14**, 282.
22. Donahue T. M., Blamont J. E. Ann. Geophys. 1961, **17**, 1.
23. Barber D. R. J. Atm. and Terr. Phys. 1954, **5**, 347.
24. Chamberlain J. W. Physics of the Aurora and Airglow, 1961.
25. Vallance Jones A. and Macpherson D. M. J. Atm. and Terr. phys. 1958, **12**, 166.

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ტელესკოპების ფუძეების მდებარეობათა სხვაობანი

გ. კვირკველია

ზოგიერთი პრაქტიკული ასტრონომიული ამოცანის ამოხსნა მოითხოვს ტელესკოპის მდებარეობის ზუსტ ცოდნას ობსერვატორიისათვის განსაზღვრული ძირითადი პუნქტის მიმართ. ჩვენ ვიკისრეთ აბასთუმნის ობსერვატორიის რამდენიმე ტელესკოპის (40-სმ რეფრაქტორის, 70-სმ მენისკური ტელესკოპის, ორკამერიანი ასტროგრაფისა და ფოტოგრაფიული კამერის „НАДА") ფუძეების დიფერენციალურ მდებარეობათა განსაზღვრა ასტრომეტრიული ბოძის მიმართ, რომელიც ობსერვატორიისათვის ძირითად პუნქტს წარმოადგენს [1].

ჩვენი ამოცანა შემდეგს, გეოდეზიაში ცნობილ ე. წ. პირდაპირ გეოდეზიურ ამოცანაზე დაიყვანება: ცნობილია A—წერტილის კოორდინატები φ_1 და λ_1, მანძილი A და B-ს შორის ანუ S და AB—გეოდეზიური წირის აზიმუტი $A_{1,2}$; საძიებელია B—წერტილის კოორდინატები φ_2, λ_2 და BA გეოდეზიური წირის აზიმუტი $A_{2,1}$.

ასეთი ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას პირდაპირი ან არაპირდაპირი ხერხით. პირველი გვაძლევს უშუალოდ საძიებელ კოორდინატებს, მეორე კი—A და B წერტილებს ძორის კოორდინატთა სხვაობას.

მოკლე მანძილებზე უფრო მარტივი და მოხერხებულია კოორდინატების განსაზღვრის მეორე ხერხი.

კოორდინატების განსაზღვრის გეოდეზიურ ამოცანაში ფაქტიურად საქმე ეხება სფეროიდული სამკუთხედის ამოხსნას. პრაქტიკულ გეოდეზიაში, როდესაც ამოსახსნელია სფეროიდული სამკუთხედი, რომლის გვერდები არ აღემატება 100—120 კმ-ს, მაშინ ამ სამკუთხედის ნაცვლად იხილავენ სფერულ სამკუთხედს, ვინაიდან მათ შორის განსხვავება ძალიან მცირეა [2]. მცირე გვერდებიან სამკუთხედის შემთხვევაში სფერულ სამკუთხედს ამოხსნიან არა სფერული ტრიგონომეტრიის ცნობილი ფორმულებით, არამედ ლეჟანდრის თეორემის მიხედვით, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ სფერული სამკუთხედი ითვლება ბრტყლად, თუ წინასწარ მის კუთხეებს შევამცირებთ სფერული სიჭარბის მესამედზე.

სფერული სიჭარბე ε სამკუთხედში, რომლის გვერდებია 30—60 კმ, გამოითვლება ფორმულით [2]:

$$\varepsilon = \frac{bc \sin A}{2R^2} \rho'',$$

სადაც b და c სამკუთხედის გვერდებია, A—მათ შორის მოთავსებული კუთხე, R—დედამიწის რადიუსი, ρ''—რკალის სეკუნდების რიცხვი რადიანებში.

ჩვენს შემთხვევაში სამკუთხედის გვერდები არ აღემატებიან 180 მ, ამიტომ ცხადია, რომ სიჭარბე პრაქტიკულად ნულია.

მაშასადამე, ამოცანის ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში სამკუთხედები შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ბრტყელი და სფერული სიჭარბე ჩავთვალოთ ნულის ტოლად; ამიტომ კოორდინატთა სხვაობების გამოსათვლელად შეგვიძლია გამოვიყენოთ გაბარტივებული ფორმულები:

$$\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1=\frac{\cos A_{1,2}}{M_1}S\cdot\rho'',$$

$$\Delta\lambda=\lambda_2-\lambda_1=\frac{\sin A_{1,2}}{N_1\cos\varphi_1}S\cdot\rho'',$$

სადაც M_1 და N_1 არიან A წერტილის ძირითადი რადიუსები და გამოითვლება [2]:

$$M=\frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin^2\varphi)^{3/2}},$$

$$N=\frac{a}{\sqrt{1-e^2\sin\varphi}},$$

სადაც a—დედამიწის ელიფსოიდის დიდი ნახევარი ღერძია, e—ექსცენტრისიტეტი. კერძოდ, კრასოვსკისეული ელიფსოიდისათვის მიღებულია $a=6378245\,g$ და $e^2=0{,}006693421\ldots$

ასეთი გაბარტივებული ფორმულების გამოყენებისას დაშვებული შეცდომები არის $\left(\frac{S}{R}\right)^2$—რიგისა [3], სადაც $R=\sqrt{MN}$, ანუ $R=\frac{a(1-e^2)}{1-e^2\sin^2\varphi}$ არის ე. წ. დედამიწის საშუალო რადიუსი A წერტილში. ცხადია, რომ ვინაიდან ჩვენს შემთხვევაში S-ის მაქსიმალური მნიშვნელობა არ აღემატება 180 მ-ს, ამიტომ $\left(\frac{S}{R}\right)^2$ იქნება პრაქტიკულად ნულის ტოლი.

ამრიგად ჩვენი ამოცანის გადასაწყვეტად საჭიროა გაიზომოს მანძილი ძირითად პუნქტსა და საიებელ პუნქტებს შორის და აზიმუტი ძირითადი პუნქტიდან საძიებელი პუნქტების მიმართულებით.

ჩვენთვის, გამოთვლილს (ძირითადს) პუნქტს წარმოადგენდა აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ტერიტორიაზე არსებული ასტრომეტრიული ბოძი, რომლის კოორდინატები განსაზღვრულია ასტრონომიული დაკვირვებიდან გ. თევზაძის მიერ [1]. საძიებელი ობიექტები იყო: 16" რეფრაქტორის, მენისკური ტელესკოპის, ორკამერიანი ასტროგრაფისა და ფოტოკამერა „НАФА"-ს ფუძეები.

პრაქტიკულად, ყველაზე მეტ სიძნელეს წარმოადგენს მანძილის საჭირო სიზუსტით გაზომვა. მანძილები გავზომეთ ბელიცინისეული მანძილმზომით [4], რომელსაც საფუძვლად უდევს კუთხეების გაზომვის ჰელიომეტრიის პრინციპი. მანძილმზომის კოეფიციენტი გამოთვლილ იქნა ჯერ თბილისში, შემდეგ აბასთუმანში და განმეორებით კვლავ თბილისში. ეს იარაღი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მანძილი მისი $\frac{1}{4000}$-ის აბსოლუტური ცდომილებით, რაც სრულიად საკმარისია ჩვენი გაზომვებისათვის.

ცხადია, რომ ჩვენ გვჭირდება თარაზული მანძილი, მანძილმზომი კი ზომავს დახრილ მანძილს; ვინაიდან აღნიშნული ობიექტები არ იმყოფებიან ზუსტად სიმაღლეებზე, ამიტომ მანძილთან ერთად საჭიროა განისაზღვროს გაზომილი მანძილის მიმართულების დახრის კუთხე ჰორიზონტის სიბრტყისადმი.

აზიმუტი და დახრის კუთხე გაიზომა ოპტიკური თეოდოლიტით ТБ.

აზიმუტები განისაზღვრა ვარსკვლავებზე დაკვირვებით მისი ელონგაციის მომენტში. როგორც ცნობილია, ამ შემთხვევაში აზიმუტი მიიღება ყველაზე ზუსტად, ვინაიდან საათის შესწორებაში დაშვებული მოსალოდნელი მცირე ცდომილება თითქმის არავითარ გავლენას არ ახდენს აზიმუტის განსაზღვრის სიდიდეზე.

მანძილები საყრდენ წერტილსა და 40 სმ რეფრაქტორს შორის, 40 სმ რეფრაქტორსა და მენისკურ ტელესკოპს შორის გაიზომა მანძილმზომით (თითოეული 108-ჯერ), მენისკურ ტელესკოპსა, ასტროგრაფსა და გეოდეზიურ წერტილიდან „НАФА"-ს ადგილს შორის კი უშუალოდ სპეციალური ინვარის რულეტით.

გაზომვები და გამოთვლები ჩატარდა სამი ხელით. დაკვირვებებში და გამოთვლებში მონაწილეობდნენ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის V კურსის ასტრონომიის სპეციალობის სტუდენტები: ტ. დოლბაძე და გ. ხარაშვილი.

დაკვირვებიდან და მათი დამუშავების შედეგად საბოლოოდ მიღებულ იქნა:

I. მანძილი ასტრომეტრიულ ბოძსა და 40 სმ რეფრაქტორის შორის: 40.57 მ $\pm$0,01 მ,

ამ მიმართულების დახრა ჰორიზონტის სიბრტყისადმი: 17° 42′ 20″ $\mp$5″,

თარაზული მანძილი ასტრობოძი—40 სმ რეფრაქტორი: 38.65 მ $\pm$0,01 მ,

ამ მიმართულების აზიმუტი: —65° 28′ 12″ $\pm$6″.

II. იგივე სიდიდეები 40 სმ რეფრაქტორსა და მენისკურ ტელესკოპს შორის:

155 20 მ $\pm$0,01 მ,

4° 05′ 45″ $\pm$5″,

180.80 მ $\pm$0,01 მ,

—114° 29′ 14″ $\pm$7″.

III. თარაზული მანძილი მენისკურ ტელესკოპსა და ასტროგრაფს შორის: 48.96 მ $\pm$0,02 მ,

ასტროგრაფიდან მენისკურ ტელესკოპზე მიმართულების აზიმუტი: —95° 22′ 32″ $\pm$10″.

IV. თარაზული მანძილი გეოდეზიურ წერტილსა და „НАФА" ს ადგილს შორის: 19.74 მ $\pm$0,01 მ,

ამ მიმართულების აზიმუტი: —199° 38′ 52″ $\pm$5″.

V. თარაზული მანძილი ასტრომეტრიულ ბოძსა და მენისკურ ტელესკოპს შორის: 182.50 მ $\pm$0,02 მ.

ზემოთ აღნიშნული სიდიდეებიდან საბოლოოდ მიღებულ იქნა კოორდინატთა სხვაობები:

1. ასტრომეტრიული ბოძი—40 სმ რეფრაქტორი:

$$\Delta\varphi = +0''.52 \pm 0''.0002, \quad \Delta\lambda = -0^s.101 \pm 0^s.00003.$$

2. ასტრომეტრიული ბოძი—მენისკური ტელესკოპი:

$$\Delta\varphi = -1''.56 \pm 0''.0009, \quad \Delta\lambda = -0^s.508 \pm 0^s.00005.$$

3. ასტრომეტრიული ბოძი—ასტროგრაფი:

$$\Delta\varphi = -1''.41 \pm 0''.0009, \quad \Delta\lambda = 0^s.649 \pm 0^s.0001.$$

4. ასტრომეტრიული ბოძი—„НАФА"-ს ადგილი:

$$\Delta\varphi = -2''.9 \pm 0''.1, \quad \Delta\lambda = -0^s.41 \pm 0^s.01.$$

ამ უკანასკნელ შემთხვევაში სხვაობის გამოთვლისას გამოვიყენეთ კოორდინატთა სხვაობა ასტრომეტრიულ ბოძსა და გეოდეზიურ წერტილს შორის, რომელიც ცნობილია მხოლოდ 0''.1 და 0^s.01-ის სიზუსტით. ამიტომ, ცხადია, საბოლოო შედეგი ვერ იქნებოდა ამაზე ზუსტი.

ჩავატარეთ აგრეთვე გეომეტრიული ნიველირება და განვსაზღვრეთ სიმაღლეთა სხვაობა მენისკური ტელესკოპის შენობის საძირკველში მოთავსებულ მარკასა და აღნიშნულ ობიექტებს შორის. ამ სხვაობებმა შემდეგი მნიშვნელობები მიიღეს:

1. მარკა—40 სმ რეფრაქტორის პარალაქტურ კვანძში ბრუნვის ღერძების გადაკვეთა: —0.389 მ ± 0,01 მ,

2. მარკა—მენისკური ტელესკოპის ბრუნვის ღერძების გადაკვეთა: +12.06 მ ±0,02 მ.

3. მარკა—ორკამერიანი ასტროგრაფის ბრუნვის ღერძების გადაკვეთა +3.39 მ ± 0,02 მ,

4. მარკა—„НАФА"-ს ადგილი . . . +0.783 ± 0,001 მ.

ივლისი, 1963.

РАЗНОСТИ В ПОЛОЖЕНИЯХ ФУНДАМЕНТОВ ТЕЛЕСКОПОВ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Г. Д. КВИРКВЕЛИЯ

(Резюме)

Определены разности координат между астрометрическим столбом и фундаментами некоторых телескопов (40 см рефрактор, 70 см менисковый телескоп, двухкамерный астрограф, установка «НАФА»).

Приведены результаты для разностей в положениях и в высотах.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Тевзадзе Г. А. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1942, № 6.
2. Красовский Ф. Н. Избранные сочинения, т. IV, м. 1955.
3. Закатов П. С. Курс высшей геодезии М. 1953.
4. თევზაძე გ. მანძილომზომები. თბილისი, 1957.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ ПЛЕНОК ТИПОВ И-810, И-920, И-1030 и И-1070

Т. И. ТОРОШЕЛИДЗЕ и Д. Г. ЧИПАШВИЛИ

Введение

Вопрос о дальнейшем расширении разнообразия высококачественных эмульсий, которые могли бы быть использованы для различных исследований во многих областях науки, не теряет актуальности. Очевидно, в связи с этим, Казанским филиалом Научно-исследовательского института кинофотопромышленности (НИКФИ) были созданы высокочувствительные, предназначенные для длительных экспозиций эмульсии, для различных областей спектра [1].

В нашем распоряжении оказались инфракрасные пленки типов И-810, И-920, И-1030 и И-1070, исследование которых мы предприняли для выяснения возможности их применения в астрономических и геофизических (свечение ночного неба и сумеречного неба) целях.

Исследование указанных фотопленок охватывало следующие этапы: определение спектральной чувствительности; выявление оптимальных условий кинетики проявления; выявление роли гиперсенсибилизации; воздействие на них антивуалирующего вещества бензотриазола.

Отличительной чертой фотоматериалов, используемых для инфракрасной области спектра, является их низкая светочувствительность по сравнению с фотоматериалами для видимой области спектра. Это в значительной мере ограничивает их применение для фотографирования слабых объектов, требующих многочасовые экспозиции. Поэтому в данной работе основное внимание нами уделено возможности повышения их светочувствительности.

Методика работы. Все эксперименты проводились в условиях строгого режима. Полная темнота в фотолаборатории; постоянные температура (19 — 20°С) и влажность воздуха; исследуемые фотопленки — из одной и той же коробки, хранящейся в холодильнике при температуре 0—4°С. Реактивы для обработки фотопленок брались высокого качества и из одной партии. Испытания производились по стандартному сенситометрическому методу (Гост 2817—50), для черно-белых фотоматериалов на прозрачной подложке [2]. Фотопленки экспонировались в стандартном сенситометре ФСР-4 со следующими экспозициями: для фотопленки И-810 использовался красный светофильтр в комбинации с фильтром дневного света, при экспозиции в 0.05 секунды, для И-920 — только красный светофильтр, экспозиции 0.05 секунды; для И-1030 и И-1070 — красный светофильтр с экспозицией 0.1 секунды. Такие условия экспонирования позволили получать сенситограммы с нормальными плотностями почернения. Проявление велось в специальном приборе ФКЦ-12, надежно обеспечивающем условия, необходимые для идентичности проводимых опытов. Этот прибор позволял производить равномерное перемешивание и хорошее термостатирование проявителя. При окончании процесса проявления, пленки сразу же

опускались в слабый раствор уксусной кислоты, мгновенно прекращающей дальнейшее действие проявителя.

Полученные сенситограммы измерялись на денситометре ИФТ-11.

Спектральная чувствительность фотопленок типов И-810, И-920, И-1030 и И-1070

Спектральная чувствительность пленок определялась с помощью спектросенситометра ИСП-73. К сожалению, этот прибор выпускается для исследований только до 10000 Å, поэтому определение спектральной чувствительности фотоматериалов для длин волн, превышающих 10000 Å, на этом приборе не представляется возможным.

Спектральная чувствительность S_λ определялась согласно принятому в СССР стандарту на метод спектросенситометрического испытания (ГОСТ 2818—45), по оптической плотности почернения $D = 1.0 + D_0$.

$$S_\lambda = \frac{1}{(E_\lambda \cdot t)_{D=1.0+D_0}},$$

где $(E_\lambda \cdot t)_{D=1.0+D_0}$ — количество освещения монохроматическим светом, вызывающее после проявления плотность почернения 1.0 над плотностью вуали.

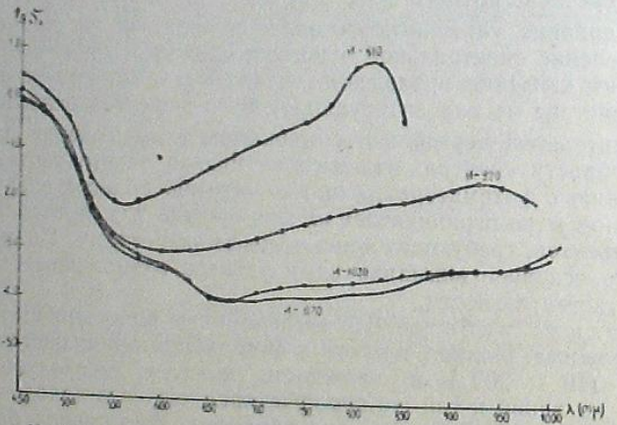


Рис. 1. Кривые спектральной чувствительности инфракрасных пленок И-810, И-920, И-1030 и И-1070. По оси абсцисс отложены длины волн в миллимикронах (mμ), а по оси ординат логарифм спектральной чувствительности S_λ

На рис. 1 приведены кривые спектральной чувствительности для всех четырех сортов фотопленок. Как видно из рисунка 1, наибольшей чувствительностью обладает И-810, причем максимум чувствительности приходится на область 7900—8300 Å, с последующим уменьшением чувствительности вплоть до 8500 Å, после чего чувствительность резко падает до нуля. И-920 имеет спектральную чувствительность, значительно отличающуюся от спектральной чувствительности И-810. Монотон-

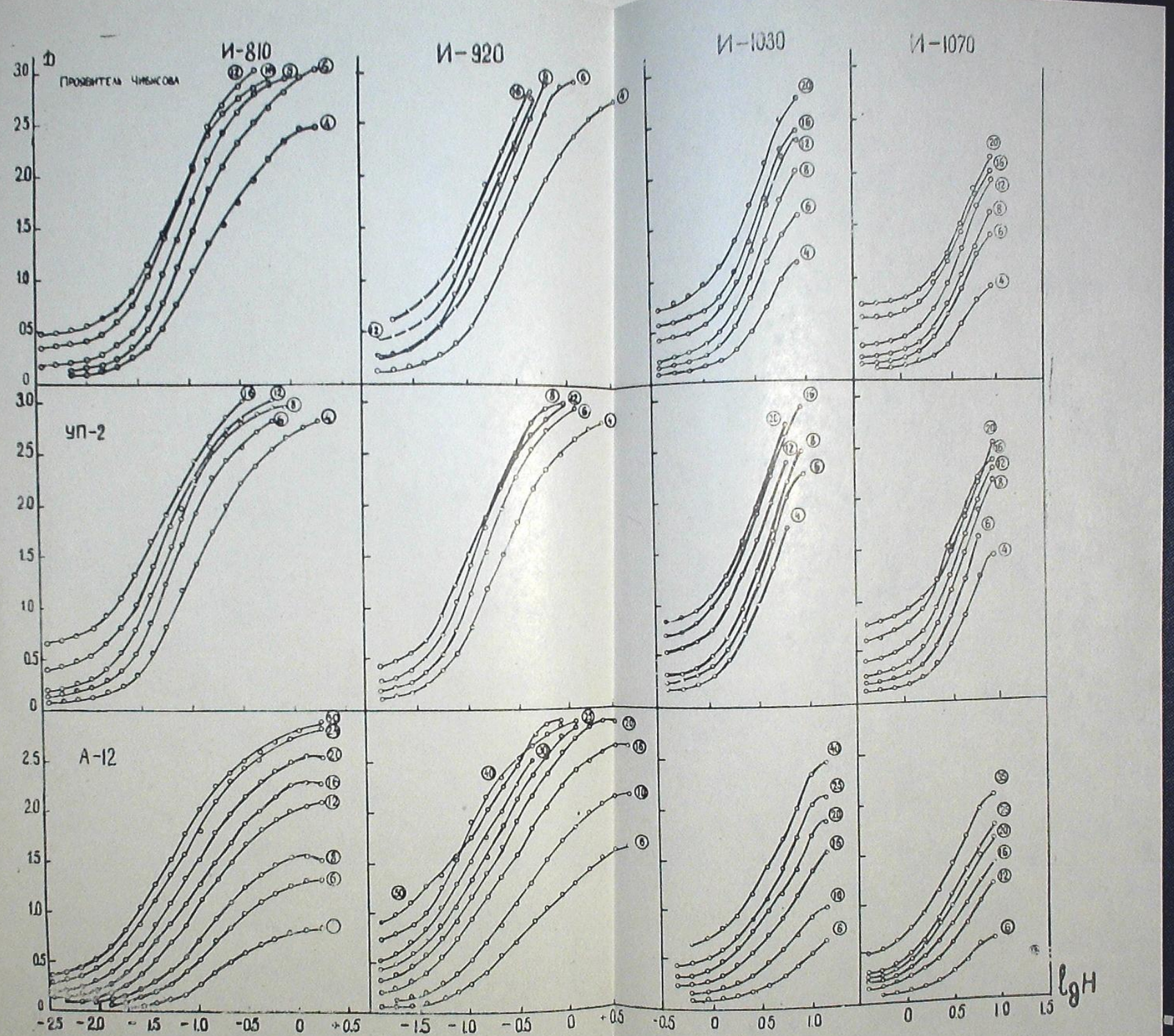


Рис. 2. Характеристические кривые для трех типов проявителя. Цифры в кружках указывают время проявления в минутах.

но возрастая от 6100 Å и достигая максимального значения у 9250 Å, спектральная чувствительность постепенно падает к 10000 Å. И-1030 и И-1070 очень незначительно отличаются друг от друга по спектральной чувствительности до 10000 Å (предельная длинноволновая граница, получаемая на ИСП-73). По всей вероятности И-1070 имеет более длинноволновую границу чувствительности. При экспонировании ртутного спектра на спектрографе СП-50 (рабочий диапазон прибора 8000 — 12000 Å) на обеих фотопленках удалось получить спектральные линии ртути до 10600 Å.

Наличие у всех четырех сортов пленок сильного вторичного максимума у 4000—5000 Å, требует применения красных светофильтров, срезывающих коротковолновую область спектра, которая в случае спектрографа с дифракционной решеткой, может сильно усложнить идентификацию спектров в инфракрасной области.

Выбор проявителя

При испытании фотопленок прежде всего необходимо было выбрать подходящий проявитель и оптимальное время проявления, при котором достигались бы максимальная светочувствительность, подходящий контраст и допускаемая плотность вуали.

Использовались проявители трех типов: Проявитель Чибисова, проявитель А-12 и проявитель УП-2 с несколько видоизмененным составом, предложенным НИКФИ:

Метол	5 г
Сульфит натрия б/в	40 „
Гидрохинон	6 „
Сода б/в	31 „
Бромистый калий	4 „

Дистиллированная вода до 1 литра

На рис 2 и 3 приводятся результаты испытания фотопленок в виде семейства характеристических кривых, соответствующих разным временам проявления, и графики зависимости светочувствительности, коэффициента контрастности и плотности вуали от времени проявления для трех типов проявителя.

Для всех четырех типов фотопленок обнаружились следующие особенности: 1) проявление в проявителе УП-2 позволяет достичь наибольшего значения светочувствительности S и коэффициента контрастности γ, для времени проявления 8—12 минут, после чего, начиная приблизительно с 16 минут происходит падение и чувствительности и контрастности; 2) плотность вуали D_0 для этого вида проявителя имеет допустимую величину (0.2—0.4); 3) не смотря на то, что проявитель А-12 дает наименьшее значение плотности вуали D_0 (0.1—0.2) при 8—12 минутах проявления, при проявлении в данном проявителе достигается наименьшая величина контрастности γ, а максимальная светочувствительность достигает того же значения, что при проявлении в проявителе УП-2 при значительно большем времени проявления (30—40 минут), что нежелательно из-за значительного набухания фотоэмульсии.

Кривые, полученные при испытании в проявителе Чибисова, для всех исследуемых пленок занимают промежуточные положения между

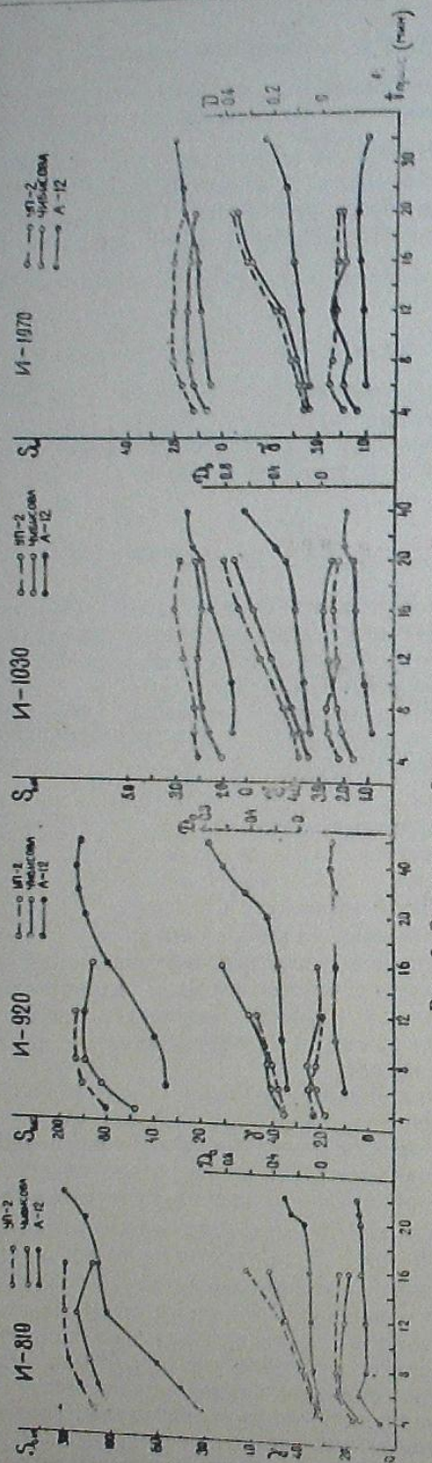


Рис. 3. Зависимость S, γ и D_0 от времени проявления

кривыми, полученными при проявителе УП-2 и А-12. Исходя из вышесказанного выбор пал на проявитель УП-2, и все последующие исследования велись в нем.

Гиперсенсибилизация химическим методом

Известно, что светочувствительность фотографического материала можно повысить как химическим так и физическим методами [3, 4]. В этом параграфе приводятся результаты испытания инфракрасных пленок путем купания их в дистиллированной воде и в 4%-ом растворе аммиака, являющемся наиболее эффективным и легко осуществляемым.

Гиперсенсибилизация дистиллированной водой

Опыты проводились для всех четырех типов пленок, которые непосредственно перед экспонированием купались в дистиллированной воде в течение трех минут при 12°С, после чего пленка высушивалась под потоком холодного воздуха от вентилятора.

В таблице 1 даны численные сравнения величины S, γ и D_0 до и после гиперсенсибилизации при оптимальных временах проявления для каждого сорта пленок.

Таблица 1

Тип пленки	γ	γ_1	D_0	D_{01}	S	S_1	Время проявления в минутах	S_1/S
И- 810	2·4	2·3	0·18	0·24	275	320	8	1·2
И- 920	2·1	2·7	0·34	0 30	134	252	12	2·0
И-1030	2·4	2·5	0·50	0·68	2·7	6·6	12	2·5
И-1070	2·5	2·6	0·23	0·37	2·1	4·9	8	2·3

В таблице γ, D_0 и S соответствуют коэффициенту контрастности, плотности вуали и светочувствительности — соответственно для случая проявления в проявителе УП-2; γ_1 D_{01}, S_1, для случая гиперсенсибилизации в дистиллированной воде в течение трех минут при 12°С. Величины S и S_1 даны в единицах ГОСТ при значении $S_{0\cdot85}$, применяемом как критерий светочувствительности аэропленок. Светочувствительность пленок, определяемая по этому критерию ,выражается величиной, обратной количеству освещения, соответствующему плотности $Д = Д_{0+0\cdot85}$, с постоянным коэффициентом 10, т. е.

$$S_{0\cdot85} = \frac{10}{H_{Д_{0+0\cdot85}}},$$ где $H_{Д_{0+0\cdot85}}$ выражено в лк/сек.

Как видно из таблицы I, γ остается почти неизменной: величина плотности вуали несколько возрастает, но все же остается в допустимых пределах. Что касается светочувствительности S, то здесь налицо факт увеличения последней для всех четырех сортов пленок. Причем величина отношения S_1/S возрастает от 1.2 для фотопленки И-810 до значения 2.5 для типа И-1030.

Гиперсенсибилизация аммиаком

В качестве гиперсенсибилизатора использовался 4% раствор аммиака, в котором производилось купание фотопленок перед экспонированием их в течение трех минут при температуре 12°С. После этого фотопленка ополаскивалась в спиртно-водном растворе (1:1) с целью ускорения процесса сушки. Сушка производилась сразу же после ополаскивания под потоком холодного воздуха от вентилятора. Проявление велось в проявителе УП-2.

В таблице 2 приводятся оптимальные данные для всех трех сортов пленок. Обозначения те же, что и в таблице 1, только γ_2, D_{02} и S_2 относятся к случаю гиперсенсибилизации аммиаком.

Таблица 2

Тип плёнки	γ	γ_2	D_0	D_{02}	S	S_2	Время проявления в минутах	S_2/S
И- 810	2·4	2·0	0·18	0·40	275	370	8	1·3
И- 920	2·1	3·1	0·34	0·55	134	355	12	2·6
И-1030	2·4	2·6	0·50	0·64	2·7	8·6	12	3·2
И-1070	2·5	2·3	0·23	0·35	2·1	9·4	8	4·5

Здесь также, как и в случае гиперсенсибилизации водой, при незначительном изменении величины коэффициента контрастности и росте плотности вуали в допустимых пределах, достигается гораздо больший выигрыш в чувствительности по сравнению с гиперсенсибилизацией водой. Особенно это проявляется у фотопленок типа И-1030 и И-1070, у которых светочувствительность возрастает в 3.2 и в 4.5 раза, соответственно.

Действие бензотриазола

Одним из наиболее сильных противовуалирующих веществ является бензотриазол, хотя его воздействие на величину коэффициента контрастности и плотности вуали для различных эмульсий, по мнению некоторых исследователей [5], весьма изменчиво. Поэтому было интересным исследовать его для инфракрасных пленок.

Бензотриазол добавляется в проявитель УП-2 в количестве 0.1 и 0.4 грамма на литр. Результаты исследования приведены в таблице 3, где в численных значениях даются величины γ, D_0 и S для чистого проявителя УП-2, УП-2+0.1 г/л бензотриазола и УП-2+0.4 г/л для всех четырех видов фотопленок и трех времен проявления (8, 12 и 16 минут).

Коэффициент контрастности для случая УП-2+0.1 г/л бензотриазола достигает максимальной величины при 8 минутах проявления, а затем уменьшается с ростом времени проявления. Это характерно для всех четырех видов пленок. Для случая УП-2+0.4 г/л γ достигает максимальной величины при 12 минутах проявления. Плотность вуали заметно уменьшается с ростом концентрации бензотриазола для всех типов пленок.

В результате добавления в проявитель бензотриазола появляется возможность увеличения продолжительности проявления (из-за малой величины плотности вуали) и достижение прежних значений при малых D_0. Следует отметить, что бензотриазол, добавляемый в проявитель в количестве 0.4 г на литр, с одной стороны, резко снижает вуаль, но, с другой стороны, снижает и светочувствительность пленок, что для слу-

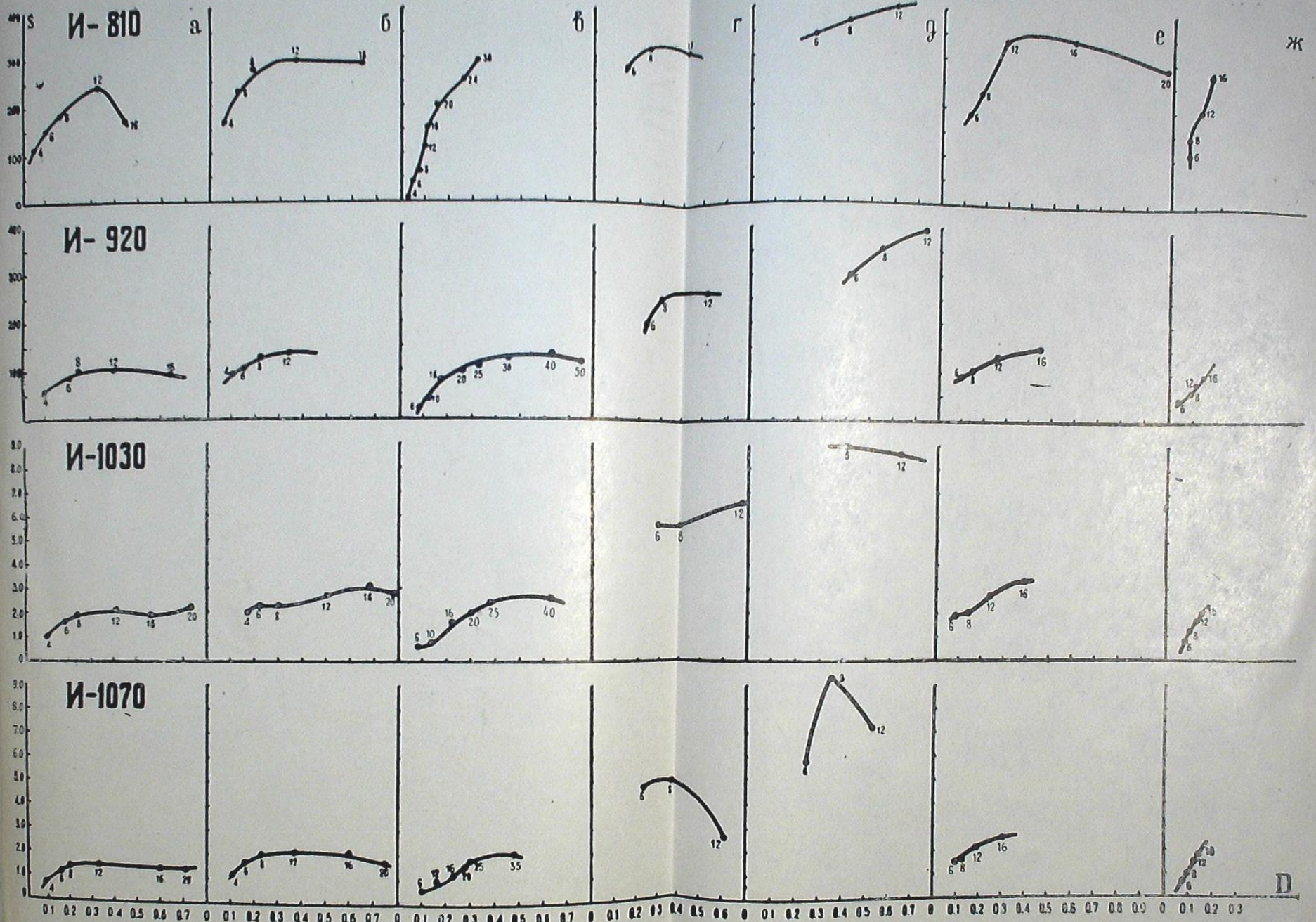


Рис. 4. Графики зависимости светочувствительности S от плотности вуали D_0. Цифры на кривых соответствуют времени проявления в минутах.

чая экспонирования слабых объектов нежелательно. В этом случае целесообразнее добавлять 0.1—0.2 г бензотриазола. А при экспонировании ярких объектов, с целью получения более отчетливых изображений можно увеличить количество вводимого в проявитель бензотриазола до 0.4—0.5 г/л.

Таблица 3

Тип пленки	γ			γ_1			γ_2			D_0			D_{01}		
	8	12	16	8	12	16	8	12	16	8	12	16	8	12	16
И- 810	2·4	2·3	2·0	2·8	2·6	2·0	3·1	3·7	3·2	0·18	0·36	0·64	0·17	0·28	0·58
И- 920	2·3	2·1	—	3·1	2·6	2·6	2·3	3·2	2·7	0·22	0·34	—	0·15	0·26	0·45
И-1030	2·7	2·4	2·5	3·0	3·3	2·4	2·2	3·2	3·1	0·30	0·50	0·68	0·15	0·24	0·34
И-1070	2·5	2·4	2·3	2·8	2·9	2·5	2·1	2·8	2·5	0·23	0·37	0·60	0·13	0·19	0·31

Тип пленки	D_{02}			S			S_1			S_2		
	8	12	16	8	12	16	8	12	16	8	12	16
И- 810	0·07	0·12	0·16	275	292	288	230	340	340	147	204	275
И- 920	0·09	0·11	0·14	127	134	—	105	135	152	65	80	91
И-1030	0·10	0·13	0·15	2·2	2·7	3·1	2·0	2·7	3·2	1·3	1·7	2·0
И-1070	0·10	0·13	0·16	2·1	2·1	2·1	1·6	2·1	2·5	1·0	1·5	1·8

Взаимосвязь между светочувствительностью и плотностью вуали

С целью более наглядного выявления действия различных проявителей, гиперсенсибилизаторов и действия бензотриазола на различные типы инфракрасных пленок нами были построены графики зависимости S от D_0, для всех четырех сортов пленок и для всех проведенных опытов, что по нашему мнению, даст возможность легко определить оптимальные условия работы с исследуемыми типами пленок.

На рис. 4 представлены графики этой зависимости для всех четырех видов пленок *а, б, в* — относятся к проявлению в проявителях Чибисова, УП-2 и А-12, соответственно. Все три случая проявляют однотипную зависимость S от D_0. После достижения максимума величины S, кривые меняют свой наклон и идут почти параллельно оси абсцисс. Это означает, что с ростом времени проявления растет только плотность вуали. Исключение составляет И-810 в проявителе Чибисова, где кривая резко падает после максимума, и в проявителе А-12 с ростом S значение D_0 меняется мало (но здесь надо учесть тот факт, что максимум достигается при времени проявления в 40—50 минут и поведение кривой после этого времени не известно).

Случаи (*г*) и (*д*) — относятся к гиперсенсибилизации дистиллированной водой и аммиаком. Отличительной чертой случая (*г*) является падение чувствительности после достижения максимума (значительно большего, чем в случаях с чистым проявителем). Вуаль же значительно возрастает по сравнению с (*а*), (*б*), (*в*). Здесь исключение составляет фотопленка И-1030, кривая которой имеет резко отличный от других типов характер. Сначала растет только вуаль, а затем после 8 минут проявления наблюдается рост чувствительности вместе с ростом вуали. То же самое можно сказать и для случая (*д*), где для типа И-1030 рост

вуали опережает рост чувствительности. Из рис. 4 видно, что случай (*д*) дает максимальное значение светочувствительности для всех рассматриваемых сортов пленок.

Последующие две серии кривых — (*е*), (*ж*) — на рис. 4 относятся к случаю добавления в проявитель бензотриазола в количестве 0.1 и 0.4 грамм/л, соответственно. Как видно из графиков, все четыре типа пленок подвергаются одинаковому действию бензотриазола—максимум светочувствительности смещен влево. Для случая (*ж*) значение плотности вуали не превосходит величины 0.15, хотя для достижения максимальной чувствительности требуется более длительное проявление.

Из рассмотренных выше особенностей рис. 4 следует особо отметить случай (*д*) и (*ж*). Первый интересен тем, что позволяет достигнуть высокой светочувствительности пленок (при больших вуалях), а второй дает возможность иметь очень незначительные плотности вуали. Проявление фотоматериалов при этих двух условиях должно дать, по нашему мнению, наилучший результат.

Проведенные выше исследования, выявление оптимальных условий проявления, использование гиперсенсибилизаторов позволили еще с большим успехом использовать инфракрасные пленки рассматриваемых типов в научных целях. В частности, эти фотоэмульсии с успехом можно использовать для изучения небесных объектов, спектра Солнца, свечения ночного неба в инфракрасных лучах. Для иллюстрации на рис. 5 приводятся фотографии спектров свечения ночного неба в спектральной области 8000—9000 Å, полученных в Абастуманской астрофизической обсерватории. На рис. 5 спектр (а) получен с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП) с экспозицией около десяти часов на высокочувствительной пленке РФ-3 с предварительной подсветкой; б) —тот же спектр, полученный на инфракрасной пленке И-810 с экспозицией в 6 часов (проявитель УП-2+0.2 г/л бензотриазола; гиперсенсибилизировано аммиаком). Как видно на рис. 5, кроме выигрыша в чувствительности, спектр на инфракрасной пленке обладает лучшей разрешающей способностью и качеством изображения.

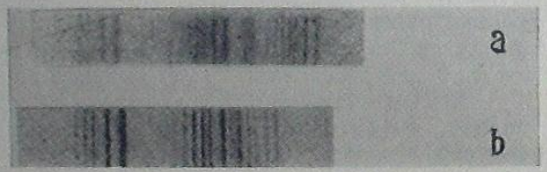


Рис. 5. Спектр свечения ночного неба в области 7500—8500А. а) ЭОП экспозиция 10 час; b) фотопленка типа И-810, экспозиция 6 час. (проявитель УП-2+0.2 г бензотриазола) гиперсенсибилизировано аммиаком.

Заключение

Исследования, произведенные над инфракрасными фотопленками И-810, И-920, И-1030 и И-1070 Казанского филиала НИКФИ, показали следующее:

1) Указанные пленки, благодаря своим высоким качествам и чувствительности, могут с успехом применяться в астрономических целях;

2) Спектральная чувствительность И-810 имеет максимум при длине волны 8200 Å, простираясь в длинноволновую область до 8500 Å;

максимум чувствительности И-920 около 9300 Å и она позволяет получать изображения до длин волн 9800 Å; И-1030 и И-1070 имеют почти совпадающий ход спектральной чувствительности, достигающий значения 10600 А;

3) Для всех исследованных четырех типов пленок наилучшие результаты дает проявление в проявителе УП-2 с теми изменениями, которые указаны в тексте;

4) значительного увеличения светочувствительности для всех четырех видов пленок можно достичь путем гиперсенсибилизации их в 4%-ом растворе аммиака;

5) добавление бензотриазола в проявитель значительно снижает плотность вуали и дает возможность достигнуть максимальной светочувствительности путем увеличения времени проявления.

Октябрь, 1963.

ᲘᲜᲤᲠᲐᲬᲘᲗᲔᲚᲘ ᲐᲤᲡᲙᲔᲑᲘᲡ И-810, И-920, И-1030 ᲓᲐ И-1070 ᲒᲐᲛᲝᲙᲕᲚᲔᲕᲐ

Т. ᲢᲝᲠᲝᲨᲔᲚᲘᲫᲔ ᲓᲐ Დ. ᲩᲘᲞᲐᲨᲕᲘᲚᲘ

(რეზიმე)

გამოკვლეულია სამამულო წარმოების ოთხი ტიპის И-810, И-920, И-1030 და И-1070 ინფრაწითელი აფსკი — ასტრონომიაში და გეოფიზიკაში მათი გამოყენების მიზნით.

განსაზღვრულია ამ აფსკების სპექტრული მგრძნობიარობა. ჩატარებულია დიდი სამუშაო გამოსამჟღავნებლის შერჩევისა და გამჟღავნების ოპტიმალური პირობების დადგენისათვის. გამოკვლეულია ზოგიერთი ქიმიური სენსიბილიზატორის გავლენა აფსკების მგრძნობიარობაზე.

შესწავლილია ვუალის საწინააღმდეგო ნივთიერების მოქმედება გამჟღავნების კინეტიკაზე.

AN INVESTIGATION OF INFRARED FILMS OF И-810, И-920, И-1030 and И-1070 TYPES

T. I. TOROSHELIDZE and D. G. CHIPASHVILI

(Summary)

Four types of native production infrared films И-810, И-920, И-1030, И-1070 are investigated with a view to use them in astronomy and geophysics.

The spectral sensitivity of the films is determined. A lot of work is carried out in order to choose a developer and to determine optimum conditions of development. The influence of some chemical hypersensibilizators on the sensitivity of the films is investigated.

The influence of anti-veiling substances on kinetics of the development is studied.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мейкляр П. В., Шварц В. М., Харитонова В. В., Борн А. В., Рыскова С. И. и Силецкая Н. В. Оптика и спектроскопия, 1962, т. 13, вып. 4.
2. Стандарт на метод спектросенситометрического испытания ГОСТ 2818-45.
3. Брейдо И. И., и Маркелова А. А. Изв. ГАО, 1961, № 169.
4. Sandu leak N. Hypersensitivisation gains in the near infrared. Aj, 1961, 66, № 9, 526.
5. Шеберстов В. И., Шашлов Б. А. Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, т. 3, вып. 1, 1958.

ФОТОМЕТР НА ОСНОВЕ ПЕРЕСЧЕТНОЙ УСТАНОВКИ „ВОЛНА" ПС — 5М

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Фотоэлектрические приборы, применяемые в астрофизике, различаются методом регистрации анодного тока ФЭУ. Таковы фотометры с усилением постоянного тока, более совершенные конструкции с модуляцией светового потока и тем или иным типом узкополосных фильтров и, наконец, приборы с применением счета фотоэлектронов. Наряду с принципиальными преимуществами последнего типа фотометра, он оказывается удобен еще и тем, что отечественная промышленность выпускает установки радиометрического назначения, пригодные практически без переделок к использованию в качестве счетчика фотоэлектронов. Ниже описывается подобное устройство, предназначенное для регистрации весьма слабых световых потоков.

1. Преимущества метода счета. Фотометры на основе счета фотоэлектронов обладают преимуществами как перед методом усиления постоянного тока, так и перед узкополосным усилением с модуляцией света. В первом случае имеются дрейфы усилителя, во втором—теряется половина светового потока. Есть, кроме того, у метода счета и одно принципиальное преимущество. Если усиление M в фотоумножителе достаточно велико [1], то тепловыми шумами нагрузочного сопротивления можно пренебречь. Тогда средний квадрат напряжения шумов от дробового эффекта в ФЭУ в первом и втором случаях будет равен

$$\overline{u^2}_{фл} = 2ei M^2 \frac{H-1}{\delta-1} Z^2(f)\,\Delta f, \qquad (1)$$

где i—фототок, δ—коэффициент вторичной эмиссии, H—параметр вторичной эмиссии, определяемый разбросом коэффициента δ, $Z(f)$—среднее сопротивление нагрузки в узкой полосе частот Δf. Метод счета при прочих равных условиях дает:

$$\overline{u^2}_{фл} = 2ei M^2 Z^2(f)\,\Delta f, \qquad (2)$$

т. е. выигрышем является улучшение отношения сигнал-шум на величину шумов вторичной эмиссии [2], что для очень хороших ФЭУ составляет 30—60%, а в неблагоприятном случае может составлять даже многие сотни процентов [3]. Этот коэффициент зависит также от напряже-

ния делителя ФЭУ; таким образом, применение метода счета позволяет получить все достоинства фотоэлементной схемы без ее недостатков. Поэтому в схемах счета можно применять ФЭУ даже с Sb—Cs динодной системой, отличающейся невысокой стабильностью коэффициента вторичной эмиссии δ.

2. ФЭУ, пригодные для использования в устройствах и счета фотоэлектронов. Общие требования к фотоумножителям для работы в устройствах счета сводятся к следующему.

1). Чувствительность фотокатода должна быть достаточно высокой, на уровне ординаты 0.5 не менее 0.06 электрон/квант.

2). Спектральная полоса, охватываемая фотокатодом, должна быть по возможности широкой, т. к. общая фотоэмиссия определяется площадью, ограниченной кривой диаграммы чувствительность—длина волны, т. е. интегралом от квантового выхода по охватываемой полосе [4].

3). Малый и стабильный темновой ток, в шумах которого не должен теряться полезный сигнал. По-видимому, предельная величина темнового тока не должна превышать 10^3 электрон/сек. Следствием этого требования является малая рабочая поверхность фотокатода, ограниченная диаметром не более 15 мм.

4). Достаточно большое усиление с тем, чтобы можно было получить хорошее отношение сигнал-шум на входе импульсного усилителя. Усиление должно достигать 10^6, т. е. малогабаритные ФЭУ с уменьшенным числом динодов для этого не годятся.

Таким образом, все требования, кроме последнего, сходны с предъявляемыми к ФЭУ фотометрического назначения.

Практически, экземпляры с темновым током 10^3 электрон/сек можно подобрать даже среди типов со сравнительно большими фотокатодами до 35 мм, например ФЭУ-19 м. Однако, наилучшие результаты удается получить с отечественными ФЭУ типов A_1, A_2. С успехом были применены также ФЭУ-15 и ФЭУ-16. По-видимому, могут быть использованы ФЭУ-38, ФЭУ-51 и недавно разработанный ФЭУ-64, но эти варианты автором не испытывались. Из зарубежных ФЭУ хорошие результаты могут быть получены с умножителями *EMI* и некоторыми другими.

Два дополнительных требования, которые не всегда удается выполнить: емкость коллектор—остальные электроды должна быть минимальной, счетная характеристика должна иметь плато [5].

Для описываемой установки подходят лишь ФЭУ с торцевым фотокатодом.

3. Описание установки. В фотометре используются следующие блоки от радиометра пульт пересчетной установки ПСТ-100, высоковольтный выпрямитель и блок фотоумножителя УСС-1.

Переделкам подвергается только блок УСС-1, где при необходимости производится перепайка делителя (сопротивления 2, 4, 6, 8÷18, номера даются в соответствии с заводским техническим описанием). Такая перепайка необходима при использовании ФЭУ A_1—A_2. Умножители ФЭУ-15, ФЭУ-16 и *EMI* требуют замены панельки. Во всех случаях выводы с колпачками к катоду и коллектору удаляются.

Вывод коллектора ФЭУ отключается от сопротивления 2 и соединяется с сеткой лампы 6 Ж 1 Б (22). причем сопротивление 20 в цепи сетки уменьшается до 68—75 ком, а конденсатор 19 удаляется. Необходимо принять меры к уменьшению емкости сеточной цепи относительно земли, для чего в перегородке, разделяющей отсеки ФЭУ и усилителя, сверлят отверстие ∅ 5 мм, туда плотно продевается толстый изоляционный чулок темной окраски, сквозь который проходит тонкий (0.1—0.12 мм) провод, соединяющий сеточный вывод лампы с коллектором ФЭУ. При этом должна быть обеспечена светонепроницаемость описанной муфты. Монтажная емкость такого соединения не превышает 5 мф.

В более сложном варианте вводится катодный повторитель, к катоду которого присоединяется вывод охранного кольца, если таковое имеется.

При использовании ФЭУ-64 переделки оказываются гораздо меньше; при желании их можно свести к переключению вывода анода и катода на цоколь.

Иногда длина кабеля, соединяющего блоки УСС-1 и ПСТ-100 может оказаться недостаточной; в этом случае его можно удлинить до 10 м.

Полезно ввести также контрольный источник света, который удобно поместить в одной из придаваемых к прибору резьбовых крышек. Если к нему не предъявляется особых требований, источник может быть построен на основе светосостава постоянного действия.

Из других замечаний можно отметить необходимость улучшить светоизоляцию цоколя ФЭУ, что достигается прокладкой кольца из пористой резины по периферии цоколя, перепайки в усилителе на максимальное усиление (согласно инструкции) и введение системы вентиляционных отверстий в крышке усилителя УСС-1. Последняя мера препятствует нагреванию ФЭУ и возрастанию в связи с этим темнового тока.

Переделанная установка применяется в качестве фотометра астрономического назначения; головка с фотоумножителем (УСС-1) укрепляется в кассагреновском фокусе 70-см менискового телескопа Абастуманской обсерватории.

4. Предельные световые потоки, регистрируемые фотометром. Чувствительность фотометра ограничена с обеих сторон; со стороны минимальных световых потоков—флуктуациями темнового тока и фотонным шумом, со стороны наибольших потоков—максимальной скоростью счета, составляющей для установки „Волна“ 10^5 единиц в секунду. Для среднего Sb·Cs катода это составит около $1.5 \cdot 10^6$ квант/сек, что эквивалентно потоку около $4 \cdot 10^{-10}$ лм. В работе [4] разобран вопрос о величине порогового потока и показана его зависимость от темнового тока. По-видимому, при экспозиции 10 сек регистрация фототока, составляющего 200 электрон/сек на фоне такого же темнового тока возможна даже при невысокой стабильности последнего. Такой фототок

может быть вызван (с применением указанного телескопа) излучением от звезды класса G 14 зв. величины даже при недостаточно хороших атмосферных условиях, что соответствует потоку $\sim 2 \cdot 10^{-12}$ лм. Реально с ФЭУ A_1 удалось зарегистрировать звезду 12.6 зв. величины со среднеквадратичной ошибкой менее 1%, причем этим возможности прибора не исчерпываются.

В заключение приношу благодарность за предоставленные экземпляры ФЭУ A_1, A_2 А. Е. Меламиду, Т. А. Ковалевой, а за ФЭУ-15, 16 и другие типы умножителей—Г. С. Вильдгрубе.

Август, 1963.

THE PHOTOMETER BASED ON AN INDUSTRIAL COUNTFR DEVICE

L. Y. XANFOMALITY

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ксанфомалити Л. В. Приборы и техника эксперимента, 1962, 2, 121.
2. Ван-дер-Зил А. Флуктуации в радиотехнике и физике, 1958, ГЭИ.
3 Чечик Н. О., Файнштейн С. М., Лифшиц Т. М. Электронные умножители, 1957, ГИФМЛ.
4. Ксанфомалити Л. В. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1962, 28, 215.
5. Хлебников Н. С., Меламид А. Е., Ковалева Т. А. Радиотехника и электроника, 1962, 7, 3, 518.

ОБ ОДНОЙ УСТАНОВКЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ПАТРУЛЯ ЯСНОСТИ НЕБА ДЛЯ ОБЛАСТИ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

Н. З. ФИЛИППОВ

Известно, какой важной характеристикой «астрономического климата» является ясность неба в течение ночи. Не только в связи с поисками мест, наиболее пригодных для установки новых телескопов, но и для сравнительной характеристики и более полного изучения атмосферного режима в местах, где расположены действующие обсерватории, важно знать как ведет себя облачность в течение всей ночи. Между тем наблюдения в отдельные сроки, скажем, в сроки, принятые в сети метеорологических станций, дают далеко не полное представление о непрерывном изменении облачности.

Некоторым решением задачи может быть фотографический патруль ограниченной области неба, с центром в Северном полюсе, но ведущийся зато непрерывно от вечерних до утренних сумерек.

Ниже описывается изготовленная в Обсерватории по нашей конструкции относительно простая, доступная установка, служащая указанной цели.

Установка представляет собой автоматически действующую фотографическую камеру, которая управляется по заранее составленной программе часовым механизмом, посредством электрического затвора.

Программа (время срабатывания затвора камеры) составлена с учетом времени восхода и захода Луны, времени конца вечерних сумерек и начала утренних.

Наблюдатель, вечером, в удобное для него время, заряжает аппарат, открывает кассету, устанавливает время срабатывания затвора, открывает защитную дверку. Аппарат в заданное время срабатывает. Утром нужно только вынуть экспонированную фотопластинку.

Для того, чтобы иметь контроль за работой всего устройства, впереди аппарата, на мачте, в специальном кожухе, расположены две последовательно включенные 3,5—вольтовые лампочки. Расположены они таким образом, что их изображение попадает на угол пластинки. Питаются они от сети наружного освещения. Интенсивность свечения подобрана таким образом, чтобы при длительной экспозиции не засвечивалась пластинка, а оставляла бы только след в виде двух точек. При нормальной работе установки, в ясную погоду, кроме следов звезд видны две точки в углу пластинки. В пасмурную погоду на пластинке могут быть видны только две точки.

Отсутствие этих точек на проявленной пластинке укажет на неисправность установки. Установка состоит из следующих основных частей. См. рис. 1.

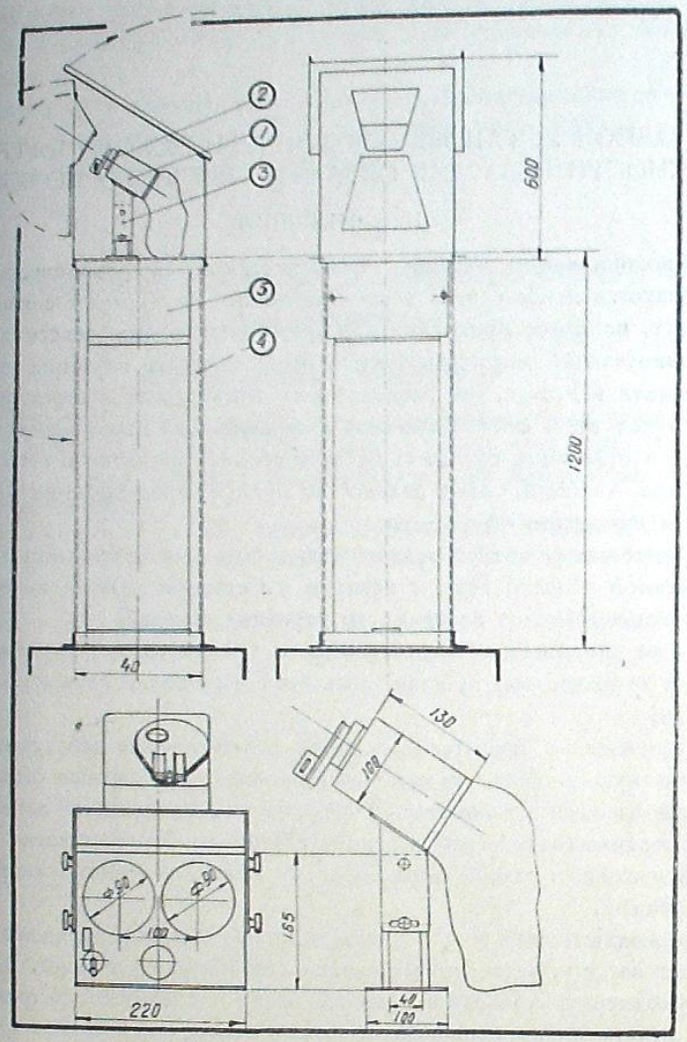


Рис. 1

1. Фотографическая камера,
2. Электрический затвор,
3. Управляющий часовой механизм,
4. Основание, на котором смонтировано все устройство,
5. Аккумуляторная батарея.

Фотографическая камера жесткой конструкции с постоянным фокусом представляет собой коробку из 1—мм латуни, в одной стенке которой вмонтирован объектив (Ортогоз, фок.=135 мм, 1/Ф=4,5);

с противоположной стороны, в плоскости главного фокуса объектива, укреплена кассетная рамка. Для точной, окончательной фокусировки применяются тонкие шайбы, подкладываемые под оправу объектива, для чего необходимо, чтобы камера была на 2—3 мм короче истинного размера.

Внутри камеры, для уменьшения рассеянного света, на расстоянии около 35 мм от плоскости пластинки стоит перегородка с вырезом, необходимым для того, чтобы плоскость пластинки не затенялась.

Для предотвращения возможности засвечивания пластинки, вследствие неплотного прилегания кассеты в своих пазах, к задней части камеры прикрепляются рукава из нескольких слоев черной плотной материи.

При зарядке камеры, обе руки наблюдателя вместе с кассетой просовываются в рукава, после чего в затемненном пространстве кассета устанавливается на место. Таким образом устраняется возможность засветки пластинки при зарядке.

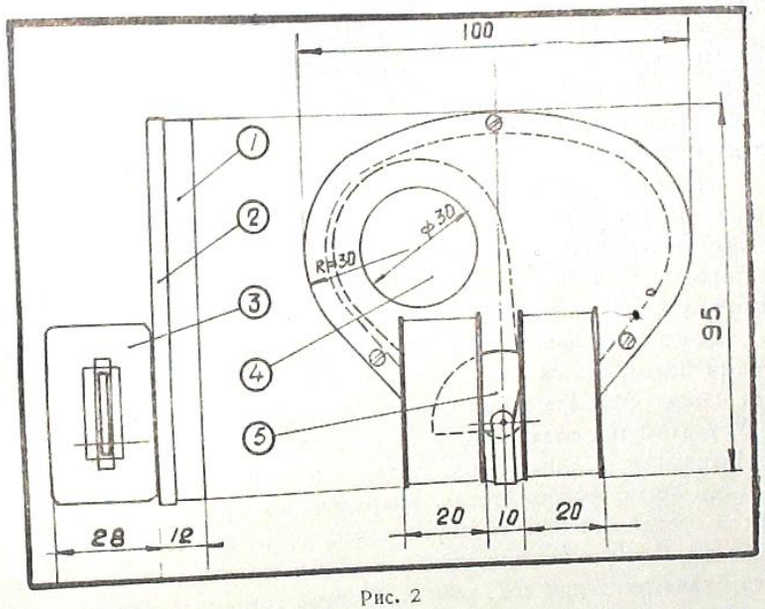


Рис. 2

Электрический затвор. В первом варианте установки был использован затвор самого объектива; изготовлен был только электрический спуск. Последний представлял собой катушку, внутри которой на оси двигался железный поршенек. Катушка навинчивалась на место спускового тросика. При пропускании тока поршенек втягивался в катушку, ось его нажимала на спусковой рычаг затвора. Такой спуск работал хорошо, но сам затвор в зимние морозные ночи иногда отказывал. Пришлось от использования затвора объектива отказаться и изготовить специальный электрический затвор, одевающийся на переднюю оправу объектива.

Такой конструкции затвор был подготовлен автором для одного из инструментов Обсерватории еще в 1943 году (для дистанционного управления затвора электрофотометра) и он показал безотказную работу.

Оправдал себя затвор также в данном приборе.

На основании (1), изготовленного из 10—мм текстолита или фибры, по краям наклеен 5 мм ободок, толщиной около 1.5—2.0 мм. Основание закрыто алюминиевой крышкой (2). В образовавшемся зазоре, на оси вращается сектор (4) из гартованной латуни или меди, который в своих крайних положениях открывает или закрывает объектив.

На этой же оси укреплен железный сектор (5), который в свойх крайних положениях входит в катушки (3), укрепленные снаружи корпуса затвора. Размеры катушек указаны на рис. 2. Они намотаны 0,5 мм проводом виток к витку до заполнения каркаса.

Т. к. фотографическая камера укреплена неподвижно, в строго определенном положении, то нет необходимости в каких-либо фиксирующих устройствах.

При включении управляющего затвором электрического импульса (длительностью около 0.25—0.5 сек.) в левую катушку, произойдет закрытие затвора, в правую—открытие.

Для смягчения удара сектор (4) опирается в своих крайних положениях на резиновые пробки.

Управляющий часовой механизм смонтирован в подставке фотокамеры. На ней имеется площадка с регулируемым углом наклона, к которой непосредственно крепится фотокамера.. Это дает возможность ориентировать аппарат в направлении на полярную звезду (по высоте). По азимуту он ориентируется поворотом всей установки вместе с основанием. Для этого основание крепится к фундаменту одним центральным анкерным болтом. После окончательной ориентировки гайка болта зажимается и вся установка таким образом надежно фиксируется.

Управляющий механизм собран из двух часовых механизмов от простых будильников, вынутых из футляров и собранных на одной панели из 10—мм органического стекла, выкрашенного изнутри черной краской. Никакой переделки они не подвергались, добавлено только контактное устройство. При этом использовано обратное вращение заводной головки звонка будильника при его работе. На этой головке добавлен кулачек, который при вращении нажимает на контакты и включает 24—вольтовую аккумуляторную батарею, приводящую в действие затвор камеры. Т. о. для установки времени срабатывания затвора (согласно программе) необходимо установить время включения звонка будильника. Открытие производится одним часовым механизмом; закрытие—другим. На этой же панели смонтированы вольтметр (с кнопкой его включения) для контроля за напряжением питающей батарей, выключатель питания и конденсаторы, шунтирующие контакты (по 0.5 микрофарада).

Основание 4 (рис. 1) изготовлено из уголкового железа 35×35 мм посредством сварки. Оно представляет собой весьма жесткий каркас указанного на рисунке размера. В верхней части имеется шкафчик 5, в котором расположены аккумуляторы (емкостью в 10 ампер-час.). Сама камера закрыта специальным колпаком из кровельного железа, предохраняющим ее от атмосферного воздействия, но не мешающим ее работе. Это достигается устройством специальной ниши, закрытой изнутри стеклом. Сначала откидывается на шарнире передняя стенка. Затем в противоположную сторону откидывается, также на шарнирах,—колпак и камера становится доступной для осмотра и зарядки с любой стороны.

После зарядки и установки времени срабатывания, камеру закрывают сначала колпаком, потом откидной передней стенкой, открывают защитный козырек и камера готова к работе.

Случаи отказа в работе прибора имели место, главным образом, при сильных морозах, когда останавливались часовые механизмы из-за загустения смазки. Перед наступлением холодов необходимо часовые механизмы прочистить и заново смазать незамерзающей смазкой. Необходимо следить за состоянием батареи аккумуляторов. Аккумуляторы НКН-10 требуют зарядки примерно раз в месяц. Регулярное наблюдение за прибором обеспечивает совершенно безотказную работу установки.

Прибор работает почти непрерывно уже в течение четырех лет. В обсерватории приступлено к обработке собранного материала, представляющего собой более тысячи негативов.

Декабрь, 1963.

ON A PHOTOGRAPHIC SKY-PATROL AROUND THE NORTH POLE

N. Z FILIPPOV

О ПЕРЕВОДЕ ГИРЕВЫХ ЧАСОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ТЕЛЕСКОПОВ НА ЭЛЕКТРОПРИВОД

А. К. МАЙЕР

При использовании гиревых часовых механизмов к параллактическим штативам телескопов в стационарных условиях возникает ряд неудобств, связанных с необходимостью устройства колодцев под гири часовых механизмов и периодической подзаводки механизмов, для поднятия опустившихся во время наблюдений грузов. Это часто вынуждает искать пути переделки таких механизмов на электрические.

Предлагаемая ниже схема переделки гиревых часовых механизмов на электропривод несложна и может быть осуществлена силами достаточно оснащенной механической мастерской при обсерватории.

Исходя из опыта эксплуатации переделанных нами часовых механизмов, можно с уверенностью утверждать, что они достаточно надежны в эксплуатации, обладают точностью хода, гарантированной заводским аттестатом данного часового механизма, и не требуют какого-либо дополнительного ухода, за исключением своевременной чистки и смазки.

В Абастуманской обсерватории эксплуатируются три переделанных часовых механизма: на прецизионном целостате с лета 1959 года, на целостате спектрогелиоскопа с 1961 года и на двойном астрографе с лета 1963 года. На рисунке приведена схема часовых механизмов до и после переделки.

Суть переделки часовых механизмов заключается в замене силы, возникающей от тяги падающего груза, и приводящей в действие часовой механизм и связанный с ним прибор, тягой электродвигателя. Регулятор с секунд-контролем не подвергается каким-либо изменениям. Таким образом, система регулирования хода часового механизма полностью сохраняется. Передача тягового усилия от электродвигателя к часовому механизму осуществляется через червячную пару. Червяк з одним своим концом насажен на вал электродвигателя, а вторым опирается на радиальный шариковый подшипник. Передаточное число червячной пары подбирается соответственно числу оборотов применяемого электродвигателя и должно быть выбрано таким образом, чтобы скорость вращения червячного колеса была на 2—3 оборота в минуту больше скорости вращения выходного вала часового механизма, т. е. при скорости вращения выходного вала 10 оборотов в минуту, червячное колесо должно вращаться со скоростью 12—13 оборотов в минуту.

Червячное колесо **2** (см. схему) ставится на выходной валик **1**, который должен быть изготовлен заново. Червячное колесо **2** свободно вращается на валу и сцепляется с ним через два фрикционных фланца **4** и **5**, один из которых **4** жестко закрепляется на валу посредством штифта, а второй фланец **5** своей ступицей свободно перемещается по валу и сцепляется с ним посредством скользящей шпонки. Сила фрикционного сцепления между червячным колесом и фланцами осуществляется нажимной пружиной **7**, поджатие которой достигается упорной гайкой **10**, которая перемещаясь по резьбе валика **1** может регулировать

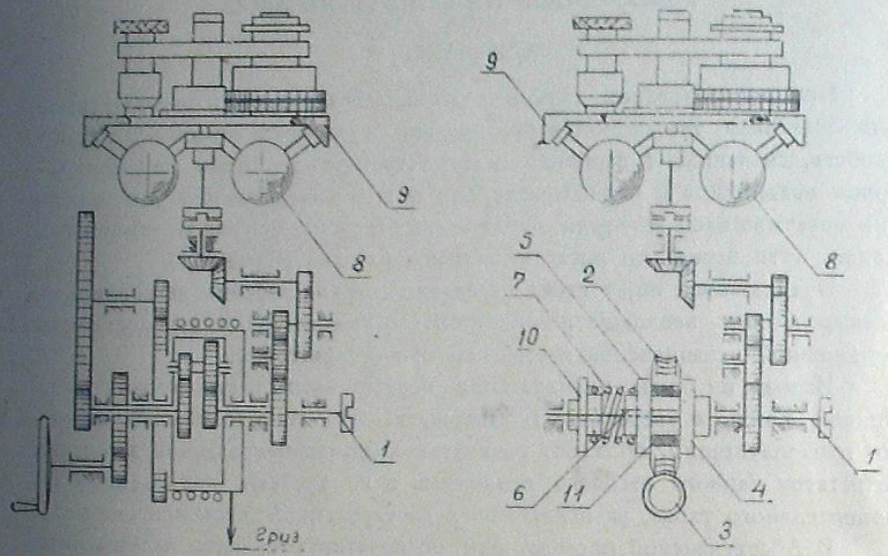


Рис. 1

усилие сжатия пружины. Пружина **7** давит на червячное колесо **2** через подвижный фланец **5**, колесо же в свою очередь упирается в неподвижный фланец **4**.

Таким образом возникает избыточное тяговое усилие, излишек которого гасится статическим регулятором часового механизма, через центробежные грузы **8** и тормозное кольцо **9**, вызывая проскальзывание червячного колеса **2** относительно фланцев **4** и **5**.

Для уменьшения износа и шума передачи, червячное колесо изготовляется из текстолита, вследствие чего не требуется никаких фрикционных прокладок между фланцами и червячным колесом. В теле червячного колеса имеются четыре отверстия, в которые заложены фетровые фитили **11**, пропитанные маслом, обеспечивающие постоянство смазки трущихся поверхностей фрикциона.

Февраль, 1964.

ON THE TRANSFER OF WEIGHT-DRIVEN CLOCKS OF TELESCOPES TO ELECTRIC DRIVE

A. K. MAYER

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ОРБИТ В ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ

Р. И. КИЛАДЗЕ

С точки зрения планетной космогонии значительный интерес представляют траектории тел малой массы, близкие к орбите второго тела (планеты), порождающей орбитой которых являются круговые. Такие орбиты будем называть квазикруговыми.

Для их построения рассмотрим движение тела исчезающе малой массы во вращающейся системе координат, относительно которой Солнце имеет координаты (0,0), а координаты планеты суть $(-1,0)$ в течение всего времени. Предполагается, что планета движется по круговой орбите. За единицу массы выберем сумму масс Солнца и планеты. Массу планеты обозначим через μ.

При этих условиях уравнения движения третьего тела в плоскости орбиты планеты имеют следующий вид [1]:

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^2x}{dt^2}-2\frac{dy}{dt}&=\frac{\partial\Omega}{\partial x},\\ \frac{d^2y}{dt^2}+2\frac{dx}{dt}&=\frac{\partial\Omega}{\partial y};\end{aligned}\right\}\qquad(1)$$

где

$$\Omega=\frac{1}{2}[(x+\mu)^2+y^2]+\frac{1-\mu}{\sqrt{x^2+y^2}}+\frac{\mu}{\sqrt{(x+1)^2+y^2}}\,.\qquad(2)$$

Интеграл Якоби, как известно, имеет вид:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2=2\Omega-c.\qquad(3)$$

Переходя к полярной системе координат, получим:

$$\left.\begin{aligned}\ddot{R}&=R(1+\dot{\varphi})^2+\mu\cos\varphi-\frac{1-\mu}{R^2}-\frac{\mu(R+\cos\varphi)}{(R^2+2R\cos\varphi+1)^{3/2}},\\ R\ddot{\varphi}&=-2\dot{R}(1+\dot{\varphi})-\mu\sin\varphi\left[1-\frac{1}{(R^2+2R\cos\varphi+1)^{3/2}}\right].\end{aligned}\right\}\qquad(4)$$

Проследим движение частицы, начиная от положения $\varphi=0$ (когда частица находится вблизи точки либрации L_3), где возмущающее влияние планеты наименьшее.

Введем обозначение:

$$\rho_1 = R - R_0,$$

где R_0 — расстояние точки L_3 от начала координат. Тогда вблизи точки L_3 можно разложить правые части выражений (4) по степеням φ и ρ_1.

Ограничившись членами первого порядка, будем иметь приближенные уравнения:

$$\left.\begin{aligned} \ddot{\rho}_1 &\approx 3\rho_1 + 2\dot{\varphi}; \\ \ddot{\varphi} &\approx -2\dot{\rho}_1 - \frac{7}{8}\mu\varphi. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Общее решение данной системы следующее:

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 &= A\,\mathrm{sh}\,\lambda_1 t + B\,\mathrm{ch}\,\lambda_1 t + C\sin\lambda_2 t + D\cos\lambda_2 t, \\ \varphi &= A'\,\mathrm{sh}\,\lambda_1 t + B'\,\mathrm{ch}\,\lambda_1 t + C'\sin\lambda_2 t + D'\cos\lambda_2 t; \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

где

$$\lambda_1 \approx \sqrt{\frac{21}{8}\mu} \quad \text{и} \quad \lambda_2 \approx 1.$$

Учитывая члены высших степеней относительно μ, можно получить общее решение системы (4) в виде рядов:

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 &= \sum_{n=1}^{\infty} (A_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + B_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + C_n\sin n\lambda_2 t + D_n\cos n\lambda_2 t), \\ \varphi &= \sum_{n=1}^{\infty} (A'_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + B'_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + C'_n\sin n\lambda_2 t + D'_n\cos n\lambda_2 t). \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Разумеется, среди коэффициентов $A_n, B_n, \ldots$ только четыре являются независимыми.

Из выражений (7) видно, что вблизи точки либрации L_3 движение частицы складывается из двух компонент; первая из них — апериодическое движение некоторой воображаемой точки, вблизи которой частица совершает колебание с периодом, близким к периоду обращения планеты вокруг Солнца.

Допустим теперь, что $\mu \to 0$, т. е. вернемся к рассмотрению задачи двух тел (Солнце-частица) во вращающейся системе координат.

Уравнения (7) в этом случае принимают вид:

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 &= \sum_{n=1}^{\infty} (A_n t^n + B_n + C_n\sin nt + D_n\cos nt), \\ \varphi &= \sum_{n=1}^{\infty} (A'_n t^n + B'_n + C'_n\sin nt + D'_n\cos nt). \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Если частица движется по круговой орбите, то очевидно:

$$\rho_1 = \text{const},$$
$$\varphi = a + bt.$$

Следовательно, во вращающейся системе координат для круговой орбиты имеем критерий:

$$C_n = D_n = C'_n = D'_n = 0. \tag{9}$$

С другой стороны, движение частицы по эллипсу можно рассматривать как колебание вокруг воображаемой точки, которая движется по кругу со скоростью, равной средней скорости движения частицы. Поэтому, неравенство нулю хотя бы одного из коэффициентов $C_n, D_n, \ldots$ означает движение частицы по эллипсу.

Критерием (9) мы воспользуемся также для построения квазикруговых орбит; однако запишем данный критерий в иной форме.

Для этого возьмем m-ую производную выражений (7):

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^m\rho_1}{dt^m} &= \sum_{n=1}^{\infty} (n\lambda_1)^m A_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + (n\lambda_1)^m B_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + \\ &\quad + (-1)^{m/2}(n\lambda_2)^m C_n\sin n\lambda_2 t + (-1)^{m/2}(n\lambda_2)^m D_n\cos n\lambda_2 t, \\ \frac{d^m\varphi}{dt^m} &= \sum_{n=1}^{\infty} (n\lambda_1)^m A'_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + (n\lambda_1)^m B'_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + \\ &\quad + (-1)^{m/2}(n\lambda_2)^m C'_n\sin n\lambda_2 t + (-1)^{m/2}(n\lambda_2)^m D'_n\cos n\lambda_2 t; \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

если m четное число, или, при нечетном m:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^m\rho_1}{dt^m} &= \sum_{n=1}^{\infty} (n\lambda_1)^m A_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + (n\lambda_1)^m B_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + \\ &\quad + (-1)^{(m-1)/2}(n\lambda_2)^m C_n\cos n\lambda_2 t + (-1)^{(m+1)/2}(n\lambda_2)^m D_n\sin n\lambda_2 t, \\ \frac{d^m\varphi}{dt^m} &= \sum_{n=1}^{\infty} (n\lambda_1)^m A'_n\,\mathrm{ch}\,n\lambda_1 t + (n\lambda_1)^m B'_n\,\mathrm{sh}\,n\lambda_1 t + \\ &\quad + (-1)^{(m-1)/2}(n\lambda_2)^m C'_n\cos n\lambda_2 t + (-1)^{(m+1)/2}(n\lambda_2)^m D'_n\sin n\lambda_2 t. \end{aligned}\right\} \tag{10'}$$

Так как

$$\lambda_1 \sim \sqrt{\mu} \ll 1, \quad \text{а} \quad \lambda_2 \approx 1, —$$

то при дифференцировании апериодические члены по порядку величины уменьшаются в $\mu^{m/2}$ раз, в то время как на порядке величины периодических членов дифференцирование не сказывается.

Если коэффициенты перед периодическими членами равны нулю, то очевидно, можно написать:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^m\rho_1}{dt^m} &\sim \mu^{m/2}\rho_1, \\ \frac{d^m\varphi}{dt^m} &\sim \mu^{m/2}\varphi, \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

или, с использованием (6):

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^m\rho_1}{dt^m}&\sim\mu^{m+1/2}\\ \frac{d^m\varphi}{dt^m}&\sim\mu^{m/2}.\end{aligned}\right\}\qquad(12)$$

Выражения (12) и являются критерием квазикругового характера орбит в ограниченной круговой задаче трёх тел.

Броуном [2] были исследованы некоторые свойства периодических орбит, которые удовлетворяют условиям, аналогичным (12).

При рассуждениях мы исходили из предположения, что $\mu\ll 1$, что, конечно, справедливо для планет.

Решение системы дифференциальных уравнений движения

Вернёмся к уравнениям (4).

Вводя обозначения:

$$\left.\begin{aligned}v&=\frac{1}{2}\cdot\frac{d\varphi}{dt},\\ u&=-\cos\frac{\varphi}{2},\\ \rho&=R-1,\end{aligned}\right\}\qquad(13)$$

можно уравнениям (4) придать следующий вид:

$$\left.\begin{aligned}&(1-u^2)v^2\frac{d^2\rho}{du^2}+(1-u^2)v\cdot\frac{dv}{du}\cdot\frac{d\rho}{du}-uv^2\frac{d\rho}{du}=(1+\rho)\times\\ &\times(1+2v)^2+2\mu u^2-\mu-\frac{1-\mu}{(1+\rho)^2}-\frac{\mu(\rho-1+2u^2)}{[\rho^2+4(1+\rho)u^2]^{3/2}},\\ &(1+\rho)v\frac{dv}{du}+v(1+2v)\frac{d\rho}{du}=-\mu u\left\{1-\frac{1}{[\rho^2+4(1+\rho)u^2]^{3/2}}\right\}.\end{aligned}\right\}\qquad(14)$$

При новых обозначениях условия квазикругового характера (12) принимают следующий вид:

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^m\rho}{du^m}&\sim\sqrt{\mu},\\ \frac{d^mv}{du^m}&\sim\sqrt{\mu}.\end{aligned}\right\}\qquad(15)$$

Если частица находится не очень близко к планете, то

$$|u|>|\rho|.\qquad(16)$$

При этом условии разложим правые части выражений (14) следующим образом:

$$\left.\begin{aligned}&v\left(1-u^2\right)\frac{d}{du}\left(v\frac{d\rho}{du}\right)-uv^2\frac{d\rho}{du}=4v+3\rho+4v^2+4v\rho-3\rho^2+2\mu u^2+\\ &+4v^2\rho+4\rho^3-2\mu\rho-5\rho^4+3\mu\rho^2+6\rho^3-4\mu\rho^3+\frac{\mu}{4u}\left[1-\left(\frac{3}{2}-\frac{1}{2u^2}\right)\times\right.\\ &\left.\times\rho+\left(\frac{15}{8}-\frac{9}{8u^2}\right)\rho^2-\left(\frac{35}{16}-\frac{15}{8u^2}+\frac{3}{16u^4}\right)\rho^3\right]+\cdots\\ &v\frac{dv}{du}+v\frac{d\rho}{du}+\rho v\frac{dv}{du}+2v^2\frac{d\rho}{du}=\mu u+\frac{\mu}{8u^2}\left[1-\frac{3}{2}\rho+\right.\\ &\left.+\left(\frac{15}{8}-\frac{3}{8u^2}\right)\rho^2-\left(\frac{35}{16}-\frac{35}{16u^2}\right)\rho^3+\left(\frac{315}{128}-\frac{105}{64u^2}+\frac{15}{128u^4}\right)\rho^4\right]+\cdots\end{aligned}\right\}\qquad(17)$$

С использованием (15) для первого приближения получим систему уравнений:

$$\left.\begin{aligned}&4v+3\rho=0,\\ &v\frac{dv}{du}+v\frac{d\rho}{du}=\mu u+\frac{\mu}{8u^2}.\end{aligned}\right\}\qquad(18)$$

Решение этой системы находится сразу:

$$\left.\begin{aligned}\rho&=-\frac{4}{3}v,\\ v^2&=C_1-3\mu u^2+\frac{3\mu}{4u}.\end{aligned}\right\}\qquad(19)$$

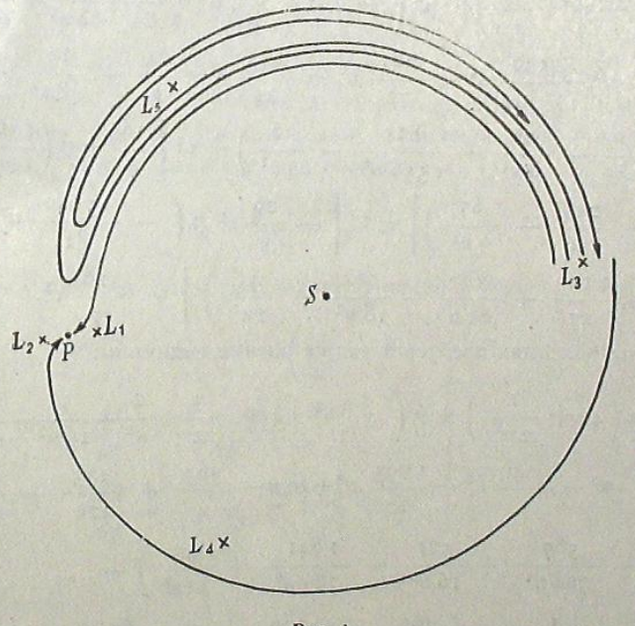


Рис. 1

На рис. 1 показано семейство соответствующих кривых для значения $\mu=0.001$. Они весьма похожи на „подковообразные“ орбиты, исследованные Броуном [2] и Рабе [3].

Нами получено пятое приближение, имеющее следующий вид:

$$\rho = \mu\left(-\frac{2}{3}u^2-\frac{1}{12u}\right)+\mu^2\left(-\frac{32}{9}u^4+\frac{32}{9}u^3-\frac{13}{18}u+\frac{13}{18u}-\right.$$
$$-\frac{5}{144u^2}+\frac{5}{144u^4}\Big)+v\Big[-\frac{4}{3}+\mu\left(\frac{4}{9}+\frac{1}{3u}-\frac{5}{18u^3}\right)+$$
$$+\mu^2\left(\frac{1312}{27}u^4-\frac{1312}{27}u^2+\frac{169}{27}u+\frac{44}{27}-\frac{343}{27u}+\frac{217}{432u^2}+\right.$$
$$\left.+\frac{367}{54u^3}-\frac{745}{432u^4}+\frac{67}{54u^6}\right)\Big]+v^2\Big[\frac{20}{9}+\mu\left(\frac{16}{3}u^2-\frac{92}{27}-\right.$$
$$\left.-\frac{13}{12u}+\frac{73}{54u^3}\right)\Big]+v^3\Big[-\frac{320}{81}+\mu\left(-32u^3+\frac{4208}{243}+\frac{10}{3u}-\right.$$
$$\left.-\frac{3799}{486u^3}+\frac{101}{27u^5}\right)\Big]+\frac{1760}{243}v^4. \qquad (20)$$

$$v^2\Big[1+\mu\left(8u^2-\frac{4}{3}-\frac{1}{u}+\frac{11}{6u^3}\right)+\mu^2\left(-\frac{5036}{27}u^4+\frac{2240}{9}u^2-\right.$$
$$\left.-\frac{715}{54}u-\frac{44}{9}+\frac{437}{18u}-\frac{4295}{1728u^2}-\frac{164}{9u^3}+\frac{4365}{576u^4}-\frac{731}{144u^6}\right)\Big]=$$
$$=C_1+\mu\left(-3u^2+\frac{3}{4u}\right)+\mu^2\left(-9u^4-\frac{15}{4}u+\frac{6}{u}-\frac{3}{64u^2}+\frac{3}{16u^4}\right)+$$
$$+\mu^3\left(\frac{1712}{27}u^6-\frac{548}{3}u^4-\frac{283}{72}u^3+\frac{643}{24}u+\frac{21}{u}+\frac{155}{48u^2}-\right.$$
$$\left.-\frac{4273}{13824u^3}-\frac{21}{8u^4}+\frac{815}{1536u^5}-\frac{15}{64u^7}\right)+v^3\left[\frac{16}{9}+\mu\left(\frac{1168}{27}u^2-\right.\right.$$
$$\left.\left.-\frac{152}{9}-\frac{215}{54u}+\frac{65}{9u^3}\right)\right]+v^4\left[-\frac{26}{9}+\mu\left(-\frac{15040}{81}u^2+\right.\right.$$
$$\left.\left.+\frac{2126}{27}+\frac{997}{81u}-\frac{725}{18u^3}+\frac{45}{2u^5}\right)\right]+\frac{128}{27}v^5. \qquad (21)$$

При вычислениях требуется также знание величины:

$$v\cdot\frac{d\rho}{du}=\mu\left(4u+\frac{1}{2u^2}\right)+\mu^2\left(-8u^3+4u+\frac{3}{2}-\frac{2}{u^2}+\frac{5}{16u^3}-\frac{5}{16u^5}\right)+$$
$$+\mu^3\left(\frac{1232}{3}u^5-\frac{1240}{3}u^3+\frac{1093}{12}u^2+20u-\frac{569}{4}+\frac{133}{12u}+\frac{57}{u^2}-\right.$$
$$\left.-\frac{61}{2u^3}+\frac{587}{768u^4}+\frac{321}{16u^5}-\frac{1841}{786u^6}+\frac{53}{32u^8}\right)+$$
$$+\mu v\Big[-4u-\frac{1}{4u^2}+\mu\left(\frac{400}{3}u^3-\frac{200}{3}u+6+\frac{61}{6u^2}-\frac{67}{48u^3}+\right.$$
$$\left.+\frac{19}{8u^5}\right)\Big]+\mu v^2\Big[16u+\frac{1}{u^2}-\frac{17}{6u^4}+\mu\left(-\frac{10336}{9}u^3+\frac{5168}{9}u-\right.$$
$$\left.-\frac{166}{3}-\frac{2459}{18u^2}+\frac{1117}{144u^3}+\frac{2857}{18u^4}-\frac{5833}{144u^5}+\frac{334}{9u^7}\right)\Big]+$$
$$+\mu v^3\left(-64u-\frac{13}{4u^2}+\frac{77}{6u^4}\right)+\mu v^4\left(256u+\frac{10}{u^2}-\right.$$
$$\left.-\frac{11603}{162u^4}+\frac{1520}{27u^6}\right)+\ldots \qquad (22)$$

Формулы (20) и (21) позволяют с большой точностью построить орбиту частицы вдали от планеты, пока можно считать, что $|u|\gg\sqrt{\mu}$.

Когда $u\to 0$, то нарушается условие (16), формулы (20) и (21) непригодны и траекторию частицы можно дальше проследить только с помощью численных методов.

В таком случае вычисления велись с помощью формул:

$$\frac{dp}{du}=\frac{4\mu uR}{2v}\left(1-\frac{1}{r^3}\right),$$
$$\frac{dR}{du}=2\sqrt{\frac{R^2+2\mu(2u^2-1)R+\frac{2(1-\mu)}{R}+\frac{2\mu}{r}+\mu^2-C}{2v(1-u^2)}-\frac{R^2}{1-u^2}}; \qquad (23)$$

где

$$p=R^2(1+2v),$$
$$r=\sqrt{(R-1)^2+4u^2R}. \qquad (24)$$

Формулы (23) и (24) легко получаются из (3), (4) и (13).

В некоторых случаях удобнее пользоваться следующим методом.

Обозначим через q удельный момент количества движения частицы относительно планеты; введём также обозначение:

$$d\tau=\frac{\sqrt{1-u^2}}{r}\,dt. \qquad (25)$$

Тогда уравнения движения можно привести к виду:

$$\frac{dq}{d\tau}=2ur(1-\mu)\left(\frac{1}{R^2}-R\right),$$
$$\frac{du}{d\tau}=\frac{ab-2uc}{2R}, \qquad (26)$$
$$\frac{dR}{d\tau}=\frac{ac}{1-u^2}+2ub,$$

где

$$a=1-2u^2-R,$$
$$b=r-\frac{q}{r}, \qquad (27)$$
$$c=\sqrt{(1-u^2)\left[K^2+2\mu(2u^2-1)R+\frac{2(1-\mu)}{R}+\frac{2\mu}{r}+\mu^2-C\right]-b^2}$$

Система уравнений (26) удобна тем, что даёт возможность непосредственно вычислить величину момента количества движения относительно планеты.

Заметим ещё, что существует зависимость:

$$q = (P - R)\left(1 - \frac{1}{R}\right) + 4u^2 R(1 + v) - 2uv(1 - u^2)\frac{dR}{du}. \qquad (28)$$

Вычисление начальных условий

Исследуем величины начальных данных v_0 и R_0, которые соответствуют орбитам, пересекающим поверхность планеты или, по крайней мере, проходящим вблизи неё.

Вычислив из (21) v, как функцию от u для различных значений константы, и построив соответствующий график, можно увидеть, что вблизи значения $u \approx -\sqrt[3]{\mu}$ величина v имеет экстремум.

С уменьшением значения константы величина $|v_{ext}|$ уменьшается, становится равной нулю и далее принимает комплексные значения (рис. 2). Последнее означает, что соответствующая орбита не проходит вблизи планеты: частица, описав петлю, возвращается к точке L_3 (рис. 1).

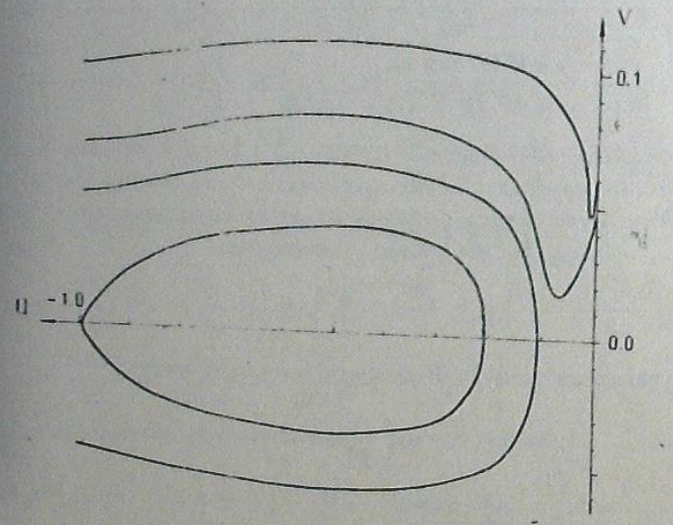


Рис. 2

С другой стороны, орбиты, имеющие экстремальные значения сильно отличные от нуля, пройдут далеко от планеты без заметного искажения круговой формы.

Следовательно, для орбит, близко проходящих около планеты, должны выполняться условия:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dv}{du} &= 0, \\ v &\approx 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (29)$$

Дифференцируя (21) и деля результат на $6\mu u + \frac{3\mu}{4u^2}$, с учётом (29) получаем:

$$1 + \mu\left(6u^2 - \frac{1}{8u} + \frac{1}{u^3}\right) + \mu^2\left(-\frac{1712}{27}u^4 + \frac{1096}{9}u^2 + \frac{1273}{432}u - \right.$$
$$\left. - \frac{315}{16u} - \frac{4273}{3456u^2} + \frac{7}{2u^3} + \frac{4075}{1152u^4} - \frac{35}{16u^6}\right) = 0. \qquad (30)$$

Так как в точке экстремума u является достаточно малой величиной (порядка $\sqrt[3]{\mu}$), то вместо (30) можно писать приближенно:

$$1 + \mu\left(\frac{1}{u^3} - \frac{1}{8u}\right) - \mu\left(\frac{35}{16u^6} - \frac{4075}{1152u^4} - \frac{7}{2u^3}\right) = 0. \qquad (31)$$

Вводя обозначение

$$\nu = \sqrt[3]{\mu}, \qquad (32)$$

решение уравнения (31) можно найти в виде:

$$\frac{1}{u} = -\frac{0.786}{\nu} - 0.250\nu + 0.294\nu^2 + \cdots \qquad (33)$$

Подставляя это значение в (21), находим:

$$C_1 = 0.475\nu^2 + 0.188\nu^4 + 10.57\nu^5 + \cdots \qquad (34)$$

Для начальной точки $u = -1$ с помощью (21) находим:

$$v_0^2 + \frac{15}{4}\mu - \frac{16}{9}v_0^3 + \frac{26}{4}v_0^4 + \frac{35}{6}\mu v_0^2 -$$
$$- \frac{128}{27}v_0^5 + \cdots = 0{,}475\nu^2 + 0{,}188\nu^4 + 10.57\nu^5 + \cdots \qquad (35)$$

Величина v_0, как функция от ν, определённая из (35), обнаруживает максимум при значении

$$\nu = 0{,}0876, \quad \text{или} \quad \mu = \frac{1}{1500}. \qquad (36)$$

Аналогичная зависимость от ν существует и для R_0.

Последнее означает следующее. На планету с весьма малой массой вещество падает из зоны, непосредственно прилегающей к её орбите. (Напомним, что речь идёт о частицах, движущихся по квазикруговым орбитам). При росте массы планеты эта зона разделяется на две части, которые отходят от орбиты планеты в обе стороны, постепенно удаляясь от неё, пока масса планеты не достигнет $\frac{1}{1500}$ от солнечной массы. Между этими зонами образуется полость, откуда частицы уже не падают на планету.

В процессе роста планета как бы собирает материал сначала поблизости, а в дальнейшем переходит всё к более отдалённым областям; этот процесс распространяется на зону, шириной около $\frac{1}{3}$ радиуса планетной орбиты.

При быстром росте планеты, однако, возможен случай, когда планета, ещё не исчерпав материал в прилегающих к её орбите районах, настолько увеличит свою массу, что произойдёт расщепление „зоны собирания материала". В этом случае остатки материала окажутся заключёнными между этими зонами, совершая колебания около точек либрации L_4 и L_5.

В частности, такими остатками могут быть Троянцы.

Исследование уравнения (35) приводит к заключению, что при последующем росте массы планеты зоны проходящих сквозь планету квазикруговых орбит должны опять сближаться и, наконец, объединиться в окрестности точки либрации L_3. При этом становится невозможным существование подковообразных орбит, заключающих внутри себя точку L_3.

Подставляя в (35) значение $v_0=0$, найдём, что это произойдёт при значении:

$$\mu \approx \frac{1}{400}. \qquad (37)$$

Учитывая приближенный характер исходных формул (21), нельзя ожидать, что значения (36) и в особенности, (37) окажутся точными, в частности, Тюринг [4] показал возможность перехода тела из L_4 в L_5 через окрестности точки L_2 при значении $\mu = \frac{1}{82}$, однако, факт исчезновения подковообразных орбит вышеупомянутого типа с ростом μ, по-видимому, действительно имеет место. В пользу этого соображения говорят результаты Дарвина [5], которому при значении $\mu = \frac{1}{11}$ удалось построить подковообразную орбиту, заключающую в себе планету вместе с точками L_1 и L_2. Следовательно, в этом случае частица уже не проходит точку L_3 при переходе от окрестности точки L_4 к точке L_5.

Сказанное относится не только к квазикруговым, но также и к орбитам, порождённым эллиптическими орбитами с небольшим эксцентриситетом. Действительно, из формул (7) следует, что такие орбиты будут располагаться вблизи квазикруговых орбит, следуя за ними с небольшими периодическими колебаниями.

Вычисление орбит

Нами было вычислено несколько квазикруговых орбит для значения $\mu=0.001$.

Для малых значений v_0 вычисления велись по формулам (20) и (21), которые в этом случае обеспечивали 5—6 знаков после запятой.

При значениях v_0 около 0,1 из (22) определялось значение величины $v\cdot\frac{d\rho}{du}$ в начальной точке (где $u=-1$).

Для этой точки первое из уравнений (4) можно привести к виду:

$$v^2 \left.\frac{dR}{du}\right|_{u=-1} = R_0(1+2v_0)^2 + \mu - \frac{1-\mu}{R_0^2} - \frac{\mu}{(R_0+1)^2}. \qquad (38)$$

Из (38) можно определить начальное значение R_0 с большой точностью. Далее вычисления велись методом численного интегрирования с помощью формул (23) в интервале $-1\leq u\leq -0{,}5$ и с помощью формул (26) — при $u>-0{,}5$.

Вычисления выполнены на электроарифмометре с точностью до шестого знака после запятой.

В таблице I приведены полярные координаты нескольких точек орбит, соответствующих различным значениям v_0. Так как при малых значениях v_0 частица описывает петлю около треугольной точки либрации, то в таком случае каждому u соответствуют два значения R, что нашло отражение в таблице 1.

Таблица 1

$v_0=0.050$		$v_0=0$		$v_0=-0.100$	
φ	R	φ	R	φ	R
0°00′00″	0·937 87	0°00′00″	0·999 42	0°00′00″	1·159 817
51 41 02	·931 98	51 41 02	1·029 50	51 41 02	·163 653
91 08 46	·924 15	91 08 46	·047 51	91 08 46	·169 463
120 00 00	·921 26	120 00 00	·053 56	120 00 00	·172 459
145 05 05	·925 69	145 05 05	·044 56	143 34 39	·171 575
162 44 46	0·948 18	156 52 11	1·000 38	166 29 51	·161 018
156 20 28	1·072 36	145 05 05	·958 25	176 19 45	·142 894
145 05 05	·082 27	120 00 00	·949 63	181 37 47	1·115 581
120 00 00	·086 86	91 08 46	·954 66		
91 08 46	·082 71	51 41 02	·970 60		
51 41 02	·072 89				
0 00 00	1·065 69				

$v_0=0.100$		$v_0=0.101$		$v_0=0.102$	
φ	R	φ	R	φ	R
0°00′00″	0·885 012	0°00′00″	0·884 030	0°00′00″	0·883 050
51 41 02	·882 048	51 41 02	·881 095	51 41 02	·880 139
91 08 46	·887 793	91 08 46	·876 881	91 08 46	·875 969
120 00 00	·875 988	120 00 00	·875 090	120 00 00	·874 188
145 05 05	·878 043	141 37 50	·876 449	141 46 12	·875 546
162 44 46	·886 631	163 34 01	·886 372	163 45 23	·885 504
173 07 13	·905 651	172 55 54	·903 545	173 06 31	·902 709
177 07 25	·928 550	177 13 17	·927 136	177 23 16	·926 382
178 59 49	·956 146	179 07 06	·954 858	179 16 00	·954 289
179 42 15	·981 645	179 48 12	·980 725	179 54 37	·980 387
179 56 45	0 997 442	179 59 15	0·997 063	180 01 58	0·996 930
$q_m=0.000\ 221$		$-0.000\ 109$		$-0.000\ 424$	

$v_0=-0.078$		$v_0=-0.080$		$v_0=-0.082$	
φ	R	φ	R	φ	R
0°00′00″	1·119 115	0°00′00″	1·122 668	0 00′00″	1·125 249
51 41 02	·123 748	51 41 02	·127 209	51 41 02	·130 702
91 08 46	·130 579	91 08 46	·133 921	91 08 46	·137 306
120 00 00	·133 846	120 00 00	·137 161	120 00 00	·140 507
139 35 52	·132 890	139 57 36	·136 208	140 19 17	·139 561
160 53 54	·122 791	161 25 52	·126 041	161 57 28	·129 346
170 45 09	·105 445	171 16 10	·108 658	171 46 54	·111 911
175 35 42	·082 300	176 05 31	·085 418	176 35 21	·088 522
178 00 03	·054 900	178 28 33	·057 687	178 57 27	·060 317
179 07 23	1·027 468	179 31 34	1·029 645	179 55 53	1·031 384
$q_m=0.001\ 088$		$-0.000\ 028$		$-0.001\ 004$	

В последней строке табл. 1 даны значения планетоцентрических моментов частиц в окрестности планеты. Как легко видеть из первого уравнения (26), величина q при этом достигает минимума.

В ближайшее время мы предполагаем вычислить квазикруговые орбиты для меньших значений μ.

Ноябрь, 1962.

სამი სხეულის შემოსაზღვრულ ამოცანაში ორბიტების ერთი კლასის შესახებ

რ. კილაძე

(რეზიუმე)

მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით აგებულია კვაზიწრიული ორბიტები სამი სხეულის შემოსაზღვრულ ამოცანაში. შესრულებულია ხუთი მიახლოება. მოძებნილია ასეთ ორბიტაზე მოძრავი სხეულის პლანეტასთან დაჯახების შესაბამისი საწყისი პირობები. გამოთვლილია ორბიტები შემთხვევისათვის, როცა პლანეტის მასა $\mu=0.001$.

ON A CLASS OF ORBITS IN THE RESTRICTED PROBLEM OF THREE BODIES

R. I. KILADZE

(Summary)

The quasicircular orbits in the restricted problem of three bodies are constructed by means of the method of successive approximations.

Five approximations are fulfilled. The initial conditions corresponding to collision of the body, rotating on such an orbit, with the planet are given.

The orbits are computed for the case the mass of a planet is $\mu=0{,}001$.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Субботин М. Ф. Курс небесной механики. II, 1937. М—Л.
2. Brown E. W. On a New Family of Periodic Orbits in the Problem of Three Bodies. M. N. 1911. **71**, 5, 438.
3. Rabe E, Determination and Survey of Periodic Trojan Orbits in the Restricted Problem of Three Bodies, AJ, 1961, **66**, 9, 500.
4. Thüring B. Programmengesteuerte Berechnung von Librations—Bahnen. AN. 1959, **285**, 2, 71.
5. Darwin G. H. On Librating Planets and on a New Family of Periodic Orbits. MN, 1912, **72**, 8, 642.

К ВОПРОСУ О СУТОЧНОМ ВРАЩЕНИИ ПЛАНЕТ

Р. И. КИЛАДЗЕ

Современное состояние вопроса о суточном вращении планет, пожалуй, найлучшим образом характеризуется словами О. Ю. Шмидта: «Происхождение вращения планет около их осей (суточного вращения) не получило объяснения ни в одной из космогонических гипотез. Попытки решить этот вопрос, как известно, либо не давали никакого результата, либо приводили к выводу, что вращение первоначально должно было быть обратным, а для превращения его в прямое придумывались искусственные и неубедительные доводы» [1].

В указанной работе О. Ю. Шмидт, исходя из своей известной концепции об образовании планет из роя мелких частиц, пытался получить прямое вращение планет, анализируя уравнения баланса энергии и момента количества движения. О. Ю. Шмидт пришел к выводу об обязательности прямого вращения планет при достаточно больших тепловых потерях в моменты столкновений между частицами и зародышем планеты. При этом величина вращательного момента получалась в виде разности между полным моментом частиц, расположенных в зоне планеты, и орбитальным моментом планеты.

Несколько иным путем к аналогичному результату пришел также и Г. Ф. Хильми [2, 3].

Недостатки указанных работ показаны В. С. Сафроновым [4]. Им значительно усовершенствован метод, примененный в [1], и аккуратнее проведены вычисления. В результате В. С. Сафронов приходит к выводу о недостаточности уравнений баланса энергии и момента количества движения для решения вопроса о вращении планет; для этого требуется знание конкретного механизма столкновений. Весьма важным является также вывод, противоречащий результату О. Ю. Шмидта, согласно которому, чем быстрее вращение планеты, тем меньше должны быть тепловые потери в процессе аккумуляции. Вопрос о направлении вращения, однако, остается все же открытым. Это и понятно, ибо вращательный момент планеты, по крайней мере, на четыре порядка меньше двух остальных величин, входящих в уравнение момента количества движения. С другой стороны, величина орбитального момента планеты зависит не только от полного момента частиц в начале эволюции, но в значительной мере и от условий роста планеты (величина орбитального момента планеты при этом может значительно меняться). Поэтому, несточность в определении вращательного момента планеты будет на несколько порядков больше искомой величины и, конечно, не может быть и речи об ее надежном определении. Скорее даже наоборот: имея в качестве исходных величин вращательный и орбитальный момент планеты, можно было бы попытаться определить условия ее роста.

Мы не будем касаться ранних работ, посвященных проблеме суточного вращения планет. Из сказанного выше ясно, что в настоящее время мы еще далеки от решения данной проблемы и даже вопрос о направлении вращения фактически остается открытым.

В настоящей статье предпринимается попытка объяснения прямого вращения планет на основе детального анализа процесса их роста.

Допустим, вокруг Солнца в плоскости эклиптики, наряду с зародышем планеты, по круговым орбитам вращается рой частиц. Если пренебрегать притяжением зародыша планеты, то каждая частица, имеющая орбиту, внешнюю по отношению к орбите зародыша планеты, будет обгоняться им и, налетая на него с передней внешней стороны, сообщит ему отрицательный осевой момент количества движения.

Точно также, частицы более близкие к Солнцу, будут обгонять планету, и ударяясь с внутренней задней стороны, сообщать ей опять таки отрицательный момент.

В результате планета должна получить обратное движение.

Попытаемся, однако, наряду с притяжением Солнца учесть также и притяжение зародыша планеты. Так как в данном случае мы имеем задачу трех тел, то движение по строго круговым орбитам невозможно. Поэтому, рассмотрим движение частиц по орбитам, по-возможности близким к круговым. Эти орбиты мы назовем квазикруговыми.

Пока частица движется вдали от планеты, грубо говоря, можно считать, что на нее действуют только две силы: притяжение Солнца и центробежная сила. Для частицы, движущейся по круговой орбите, эти силы равны и противоположны по направлению.

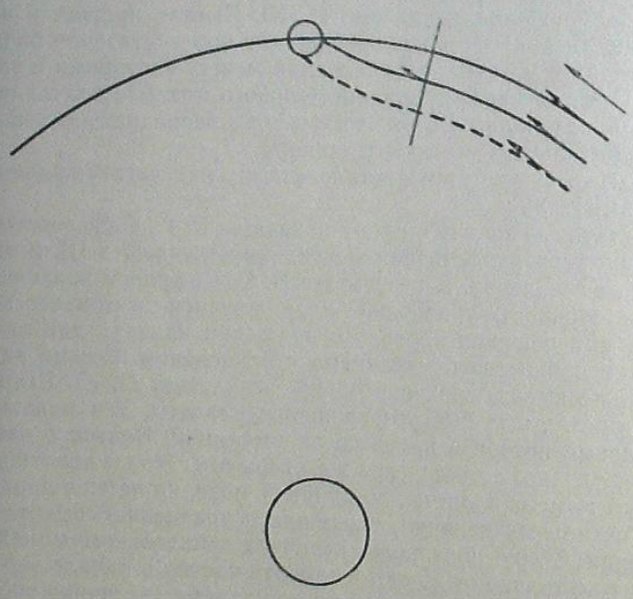


Рис. 1. Траектория частицы и силы, действующие на неё

При приближении к планете становится также существенной сила притяжения планеты, направленная почти тангенциально. Для частиц, обгоняющих планету, эта сила, направленная вперед, будет увеличивать скорость частицы, а тем самым и центробежную силу (рис. 1). Вследствие этого частица оказывается выброшенной за пределы круговой орбиты и может «толкнуть» планету с задней внешней стороны, сообщив ей положительный момент.

Аналогично, для медленных (внешних) частиц, которые обгоняются планетой, сила притяжения планеты будет направлена назад, уменьшая скорость частиц и, следовательно, центробежную силу. В результате частицы оказываются «втянуты» притяжением Солнца внутрь круговой орбиты и, встречая планету с передней внутренней стороны, опять таки сообщат ей положительный момент.

Разумеется, среди частиц встретятся также имеющие отрицательный планетоцентрический момент (например, частица, движущаяся по траектории, отмеченной на рис. 1 пунктиром). Поэтому, для получения окончательного результата следует исследовать функцию распределения частиц по координатам и компонентам скоростей вблизи планеты.

В общем случае задача сформулируется следующим образом. В некотором конечном объеме, достаточно далеко от планеты, имеем рой частиц, масса которого распределяется в зависимости от начальных координат и компонент скоростей по некоторому дифференциальному закону

$$\psi(x_0, y_0, z_0, u_0, v_0, w_0)\, dx_0\, dy_0\, dz_0\, du_0\, dv_0\, dw_0.$$

Обозначим через $\vec{q}_m(x_0, y_0, z_0, u_0, v_0, w_0)$ — удельный планетоцентрический момент количества движения частицы при ее прохождении вблизи планеты, через $\vec{Q}$ — вращательный момент планеты, а через μ — массу планеты. При этих обозначениях будем иметь:

$$\frac{d\vec{Q}}{d\mu} = \frac{\int \vec{q}_n \cdot \psi\, dx_0\, dy_0\, dz_0\, du_0\, dv_0\, dw_0}{\int \psi\, dx_0\, dy_0\, dz_0\, du_0\, dv_0\, dw_0}, \tag{1}$$

причем интегрирование следует распространять на те частицы, которые сталкиваются с планетой.

В настоящей статье мы рассмотрим частный случай этой общей задачи, а именно: допустим, что частицы движутся только лишь в плоскости орбиты планеты по квазикруговым орбитам.

Движение частицы удобнее рассматривать в системе координат, которая вращается вокруг оси, параллельной оси z таким образом, что Солнце все время имеет прямоугольные координаты (0, 0, 0), а планета — (—1,0,0); за единицу массы выберем сумму масс Солнца и планеты. В таком случае $\vec{q}_m$ будет иметь составляющую только на оси z, алгебраическую величину которой обозначим через q_m.

При таком выборе системы координат уравнения движения материальной частицы нулевой массы, как известно, будут [5]:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dy}{dt} &= \frac{\partial\Omega}{\partial x}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} &= \frac{\partial\Omega}{\partial y}, \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

где

$$\Omega = \frac{(x+\mu)^2 + y^2}{2} + \frac{1-\mu}{R} + \frac{\mu}{r}; \tag{3}$$

через μ обозначена масса планеты, R-расстояние частицы от Солнца, r-расстояние частицы от планеты.

Очевидно:

$$\left.\begin{aligned} R &= \sqrt{x^2+y^2}, \\ r &= \sqrt{(x+1)^2+y^2}. \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

Рассмотрим теперь движение частицы в полярной системе координат r, α с началом в центре планеты.

В такой системе координат интеграл Якоби имеет вид:

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 = r^2 - 2(1-\mu)r\cos\alpha + (1-\mu)^2 + \frac{2(1-\mu)}{R} + \frac{2\mu}{r} - C, \tag{5}$$

где

$$R = \sqrt{1 - 2r\cos\alpha + r^2}. \tag{6}$$

С другой стороны, величина q удельного планетоцентрического момента частицы (в невращающейся системе координат) определяется следующим соотношением:

$$q = r^2\left(1 + \frac{d\alpha}{dt}\right). \tag{7}$$

Найдем минимальное значение r. Для этого из (5) и (7) исключим величину $\frac{d\alpha}{dt}$ при условии минимума:

$$\frac{dr}{dt} = 0. \tag{8}$$

Получим:

$$\left(\frac{q-r^2}{r}\right)^2 = r^2 - 2(1-\mu)r\cos\alpha + (1-\mu)^2 + \frac{2(1-\mu)}{R} + \frac{2\mu}{r} - C. \tag{9}$$

Так как в этот момент частица находится вблизи планеты, то, отбрасывая члены второго порядка относительно малой величины r, из (6) получим:

$$\frac{1}{R} \approx 1 + r\cos\alpha. \tag{10}$$

Подставляя (10) в (9) после несложных преобразований получим:

$$(q_m - r_m^2)^2 = r_m^4 + (3 - 4\mu + \mu^2 - C)r_m^2 + 2\mu r_m, \tag{11}$$

где через r_m обозначено минимальное значение величины r.

Допустим теперь, что q_m связано с R_0 (расстояние частицы от Солнца в начальный момент) зависимостью:

$$R_0 = a_0 + a_1 q_m + a_2 q_m^2 + a_3 q_m^3 + \cdots \tag{12}$$

Будем считать, что в начальный момент частица находится в точке наибольшего удаления от планеты, которая лежит на оси X; вектор скорости частицы направлен перпендикулярно ее радиусу-вектору, величина скорости пусть также связана с q_m:

$$v_0 = b_0 + b_1 q_m + b_2 q_m^2 + \cdots \tag{13}$$

Обоснование этих допущений дано в [6].

При этих условиях функция φ, входящая в формулу (1), будет зависеть только от одной переменной R_0.

Формула (1) при этом принимает вид:

$$\frac{dQ}{d\mu} = \frac{\int_{R_1}^{R_2} q_m D_0 v_0 dR_0}{\int_{R_1}^{R_2} D_0 v_0 dR_0}, \tag{14}$$

где D_0 — означает поверхностную плотность материи в начальный момент; R_1 и R_2 соответствуют орбитам, которые проходят касательно к планете, т. е. для которых соблюдается условие:

$$r_m = r_0, \tag{15}$$

где r_0-радиус планеты.

Пусть D_0 также выражается с помощью ряда:

$$D_0 = c_0 + c_1 q_m + c_2 q_m^2 + \cdots \tag{16}$$

В формуле (14) заменим переменную интегрирования R_0 величиной q_m на основании (12), а также подставим значения v_0 и D_0, определенные из (13) и (16). Получим:

$$\frac{dQ}{d\mu} = \frac{\int_{q_1}^{q_2} (c_0 + c_1 q + c_2 q^2)(b_0 + b_1 q + b_2 q^2)(a_1 + 2a_2 q + 3a_3 q^2) q dq}{\int_{q_1}^{q_2} (c_0 + c_1 q + c_2 q^2)(b_0 + b_1 q + b_2 q^2)(a_1 + 2a_2 q + 3a_3 q^2) dq}. \tag{17}$$

Пределы интегрирования определим из (11) с использованием условия (15):

$$\left.\begin{aligned} q_1 &= r_0^2 - \sqrt{\beta}, \\ q_2 &= r_0^2 + \sqrt{\beta}; \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

где введено обозначение:

$$\beta = 2\mu r_0 + (3 - 4\mu + \mu^2 - c) r_0^2 + r_0^4. \tag{19}$$

Произведя интегрирование в (17), получим:

$$\frac{dQ}{d\mu} = r_0^2 + \frac{\left(\frac{c_1}{c_0} + \frac{b_1}{b_0} + \frac{2a_2}{a_1}\right)\beta + \left(\frac{c_2}{c_0} + \frac{b_2}{b_0} + \frac{3a_3}{a_1} + \frac{b_1 c_1}{b_0 c_0} + \frac{2a_2 c_1}{a_1 c_0} + \frac{2a_2 b_1}{a_1 b_0}\right)\beta r_0^2}{3\left[1 + \left(\frac{c_1}{c_0} + \frac{b_1}{b_0} + \frac{2a_2}{a_1}\right) r_0^2 + \left(\frac{c_2}{c_0} + \frac{b_2}{b_0} + \frac{3a_3}{a_1} + \frac{b_1 c_1}{b_0 c_0} + \frac{2a_2 c_1}{a_1 c_0} + \frac{2a_2 b_1}{a_1 b_0}\right)\left(r_0^4 + \frac{\beta}{3}\right)\right]}. \tag{20}$$

Для приближенных оценок можно писать:

$$\frac{dQ}{d\mu} \approx r_0^2 + \left(\frac{c_1}{c_0} + \frac{b_1}{b_0} + \frac{2a_2}{a_1}\right) \cdot \frac{2\mu r_0}{3}. \tag{21}$$

Нами вычислены квазикруговые орбиты [6] для случая $\mu = 0.001$. Результаты этих вычислений следующие. Сталкивающиеся с планетой частицы исходят из двух зон, разделенных довольно широким промежутком. Соответствующие орбиты образуют два семейства. На рис. 2 показаны

заны типичные орбиты каждого семейства (с указанием направления движения).

В таблице I приведены значения R_0, v_0, q_m и r_m для нескольких орбит.

Таблица 1

R_0	V_0	q_m	r_m
0.883 050	0.180 142 1	−0.000 424	0.000 030
0.884 030	0 178 574 1	−0.000 109	0.000 006
0.885 012	0.177 002 4	+0.000 221	0 000 024
1.119 115	−0.174 582 0	+0.001 088	0.000 592
1.122 668	−0.179 626 8	−0.000 028	0.000 001
1.126 249	−0.184 704 8	−0.001 004	0.000 504

Из данных табл. 1 можно определить коэффициенты, стоящие в выражениях (12) и (13):

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= 3.0, & a_1' &= -3.4 \\ a_2 &= -210, & a_2' &= +230, \\ b_0 &= 0.178, & b_0' &= -0.179, \\ b_1 &= -4.8, & b_1' &= +4.9; \end{aligned}\right\} \qquad (22)$$

соответственно для двух семейств орбит.

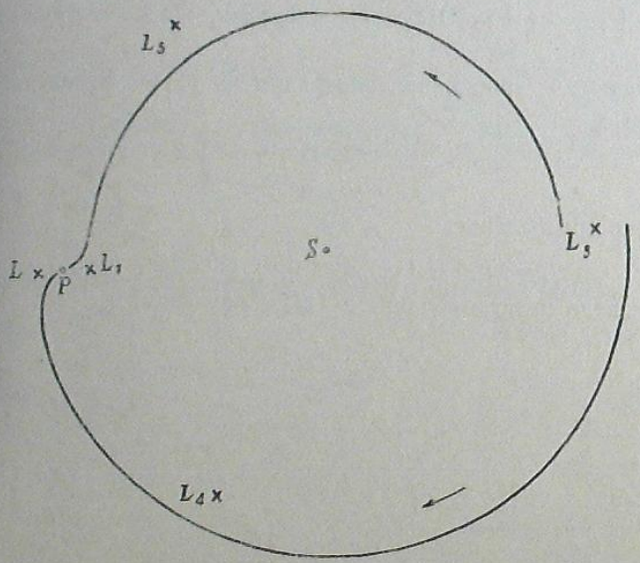


Рис. 2. Типичные орбиты малых тел, сталкивающихся с планетой.

Принимая плотность вещества D_0 постоянной, и подставляя значения (22) в (21), получим:

$$\frac{dQ}{d\mu} \approx r_0^2 - 0{,}11\, r_0, \qquad (23)$$

причем формула (23) оказывается справедливой для обоих семейств орбит.

Из (23) вытекает, что при малых значениях r_0 (вплоть до значения 0.1) к планете с массой порядка $0.001\ M_\odot$ частицы, движущиеся по квазикруговым орбитам, приносят отрицательный момент.

Частицы, движущиеся по эллиптическим орбитам, могут существенно изменить дело, так как в этом случае в формуле (23) следует брать некоторое эффективное значение r_0, которое будет величиной порядка среднего эксцентриситета орбит.

Наконец, интересно сравнить величину $\frac{dQ}{d\mu}$ с величиной $\frac{Q}{\mu}$ для Юпитера, масса которого наиболее подходит к рассмотренному нами случаю.

Принимая для радиуса Юпитера значение $r_0 = 10^{-4}$, из (23) найдем

$$\frac{dQ}{d\mu} = -1 \cdot 1 \cdot 10^{-8}.$$

С другой стороны, определение кинетического момента для Юпитера по формуле:

$$Q = \frac{2}{5}\,\mu\,\omega\, r_0^2$$

дает:

$$\frac{Q}{\mu} = +4 \cdot 2 \cdot 10^{-5}.$$

Мы видим, что величина $\frac{dQ}{d\mu}$ по абсолютной величине в четыре раза меньше значения $\frac{Q}{\mu}$. С другой стороны очевидно, что усреднение в интервале $[0, \mu]$ должно дать:

$$\overline{\frac{dQ}{d\mu}} = \frac{Q}{\mu}.$$

Некоторые другие факты, на которых мы здесь не можем остановиться, заставляют думать, что величина $\frac{dQ}{d\mu}$ имеет положительный знак для значений $\mu < \frac{1}{1\,500}$ и отрицательный — для $\mu > \frac{1}{1\,500}$.

Дальнейшие вычисления для малых значений μ должны решить справедливость этого предложения.

В заключение пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность доктору физ.-мат. наук Б. Ю. Левину и кандидату физ.-мат. наук В. С. Сафронову, которые внимательно прочитали рукопись и сделали ряд ценных замечаний.

Декабрь, 1952.

პლანეტების დღეღამური ბრუნვის საკითხისათვის

რ. ქილაძე

(რეზიუმე)

ჩატარებულია პლანეტების დღეღამური ბრუნვის ახსნის ცდა სამი სხეულის ამოცანის შესწავლის საფუძველზე.

განხილულია მცირე მასის ნაწილაკის მოძრაობა მზისა და პლანეტის გრავიტაციულ ველში.

გამოთვლილია პლანეტის კინეტიკური მომენტის წარმოებული მასით, როგორც პლანეტაზე დაცემული ნაწილაკების საწყისი პირობების ფუნქცია. შეფასებულია პლანეტის კინეტიკური მომენტის მასით წარმოებულის სიდიდე შემთხვევისათვის $\mu = 0.001$.

ON AXIAL ROTATION OF PLANETS

R. I. KILADZE

(Summary)

An attempt to explain axial rotation of planets has been made on the basis of study of three bodies problem.

The motion of particles with small mass in the Sun's and the planet's gravitation field is considered.

The derivative of the planet's kinetic moment with respect to the mass has been computed as a function of initial conditions of particles collised with the planet.

The value of the derivative of the planet's kinetic moment with respect to the mass for the case $\mu = 0{,}001$ is estimated.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шмидт О. Ю. Возникновение планет и их спутников. Изв. АН СССР, сер. физ. 1950. 14, 1. 29.
2. Хильми Г. Ф. Проблема n тел в небесной механике и космогонии. Изд-во АН СССР. 1951.
3. Хильми Г. Ф. Качественные методы в проблеме n тел. Изд-во АН СССР. 1958.
4. Сафронов В. С. К вопросу о вращении планет. Вопросы космогонии, 1962. 8, 150.
5. Субботин М. Ф. Курс небесной механики т. II, 1937, М.-Л., стр. 108.
6. Киладзе Р. И. Об одном классе орбит в ограниченной задаче трех тел. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1964, 32, 209.

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი № 32, 1965
БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 32, 1965

К ВОПРОСУ О ВРАЩЕНИИ ПЛАНЕТ ВОКРУГ СОБСТВЕННОЙ ОСИ

Р. И. КИЛАДЗЕ

В литературе встречаются попытки вывести зависимость скорости суточного вращения планеты от величин других параметров, каковыми являются: радиус орбиты, масса и др. [1, 2, 3]. Удовлетворительного согласия теории с наблюдательными данными, однако, не было получено; истинные значения основных моментов вращения порой в два раза отличаются от вычисленных.

Настоящая работа ставит целью нахождение такой зависимости на основе соображений, развитых нами в [4].

В указанной работе мы нашли зависимость, которую в общем виде можно записать следующим образом:

$$\frac{dQ}{d\mu} = f(\mu)\cdot \mu r_0 + r_0^2 + \cdots, \qquad (1)$$

где Q обозначает осевой момент вращения планеты, μ — её массу, а r_0 — радиус планеты. Формула (1) справедлива в системе единиц, в которой за единицу массы принята суммарная масса Солнца и данной планеты, за единицу длины — радиус орбиты планеты, а за единицу времени — период обращения планеты вокруг Солнца, деленный на 2π.

Переходя к единой для всех планет системе единиц (в которой, например, в качестве единиц измерения приняты астрономическая единица, $\frac{2\sigma\delta}{2\pi}$, масса Солнца), с учетом третьего закона Кеплера получим:

$$\sqrt{R}\cdot\frac{dQ}{d\mu} = f(\mu)\cdot\mu r_0 + \frac{r_0^2}{R} + \cdots, \qquad (2)$$

где через R обозначена большая полуось орбиты планеты.

Сделаем теперь допущение, что радиус планеты зависит только от ее массы:

$$r_0 = r_0(\mu). \qquad (3)$$

При таком допущении правая часть (2) будет функцией одной переменной.

Величину осевого момента вращения для планеты с массой m получим, интегрируя (2):

$$\sqrt{R}\cdot Q = \int_0^m \left[f(\mu)\, r_0(\mu)\mu + \frac{r_0^2(\mu)}{R} + \cdots \right] d\mu = F(m). \qquad (4)$$

Функция $F(m)$ в явном виде не может быть найдена, так как неизвестен вид функций $f(\mu)$ и $r_0(\mu)$ для всего интервала возможных значений μ, однако, для малых значений массы планеты можно оценить величину ее момента вращения с точностью до постоянного множителя, исходя из следующих соображений. Из рассмотрения свойств орбит допланетных частиц [4, 5], следует что, по-видимому, для малых значений μ, функцию $f(\mu)$ можно считать постоянной. Обозначим ее величину через a.

С другой стороны, до тех пор, пока давление в недрах планеты не очень велико, можно считать:

$$r_0 = \sqrt[3]{\frac{\mu}{g}}, \tag{5}$$

где g — плотность допланетных частиц.

При таких допущениях формула (4) принимает вид:

$$\sqrt{R}\cdot Q = \frac{3a}{7g^{1/3}}\, m^{7/3} + \frac{3}{5Rg^{2/3}}\, m^{5/3} + \cdots \tag{6}$$

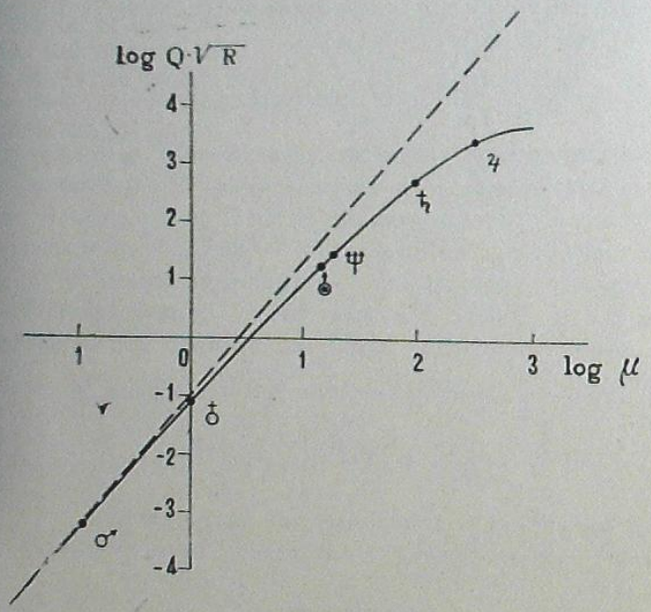


Рис. 1

Так как в случае планет величина μ весьма мала по сравнению с R, то в правой части формулы (6) можно отбросить все члены кроме первого и написать:

$$\sqrt{R}\cdot Q \approx c m^{7/3}. \tag{7}$$

Формула (7) должна быть справедливой для малых значений m.

На рис. 1. по оси абсцисс отложена величина $\log m$ (выраженная в массах Земли), а по оси ординат — величина $\log Q\sqrt{R}$, где величина Q вычислена по формуле:

$$Q = \alpha \cdot \frac{m r^2}{p}. \tag{8}$$

Здесь α обозначает некоторый параметр, зависящий от внутреннего строения планеты (его величина дана в [6]). p — период вращения планеты (в часах), m и r брались соответственно в единицах массы и радиуса Земли.

Величины масс и радиусов планет взяты из [7].

Так как значения величины радиусов для Урана и Нептуна, полученные различными авторами, довольно сильно отличаются друг от друга, мы остановились на значениях, принятых для эфемерид.

Поскольку имеются серьезные основания считать, что в ходе эволюции значительная часть собственного момента Земли перешла в орбитальный момент Луны, для случая Земли вычислена сумма обеих величин.

Зависимость величины $\log Q\sqrt{R}$ от $\log m$ мы искали в форме:

$$\log Q\sqrt{R} = A + \frac{7}{3}\log m + B m^c. \tag{9}$$

Решение системы из 6 уравнений вида (9) способом наименьших квадратов дает следующие значения параметров:

$$\left.\begin{aligned} A &= -0.93 \pm 0.05, \\ B &= -0.17 \pm 0.04, \\ C &= 0.38 \pm 0.04. \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

Соответствующая кривая и её асимптота показаны на рис. 1. Как видно, все шесть планет, для которых надежно определены периоды вращения (Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун), хорошо ложатся на кривую. Среднее квадратичное отклонение при этом получается равным 0.028.

Вращения Меркурия и Венеры не могут быть охарактеризованы формулой (9), так как, по-видимому, приливное трение Солнца сильно затормозило их. Что же касается Плутона, то применение формулы (9) для нее (при допущениях: $\alpha = 0{,}3$, $m = 0{,}9$) дает период вращения (выраженный в часах):

$$p = 55\, r^2. \tag{11}$$

Так как радиус Плутона известен весьма грубо (считается, что он заключен в пределах 0.5 — 1.0 радиуса Земли), то на основе выражения (11) можно лишь предполагать, что период вращения планеты заключен в пределах от 14 до 55 часов.

Февраль. 1963.

საკუთარი ღერძის ირგვლივ პლანეტების ბრუნვის საკითხისათვის

რ. კილაძე

(რეზიუმე)

გამოყვანილია ნახევრად ემპირიული ფორმულა, რომელიც პლანეტის დღეღამური ბრუნვის კინეტიკურ მომენტს აკავშირებს მის მასასთან და ორბიტის რადიუსთან.

გამოთვლილია პლუტონის დღეღამური ბრუნვის მოსალოდნელი პერიოდი.

ON THE PLANET'S AXIAL ROTATION

R. I. KILADZE

(Summary)

The semi-empirical formula has been derived, connecting a kinetic moment of the planet's axial rotation with its mass and with the radius of its orbit.

The expected period of Pluto's daily rotation has been computed.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Alfven H. On the Cosmogony of Solar System, II. Stockh. Obs. Ann. 1943, **14**, 5, 148.
2. Шмидт О. Ю. Возникновение планет и их спутников. Изв. АН СССР, сер. физ 1950, **14**, 1, 29.
3. Гуревич Л. Э. и Лебединский А. И. Об образовании планет, II, Изв. АН СССР, сер. физ. 1950, **14**, 6, 776.
4. Киладзе Р. И. К вопросу о суточном вращении планет. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1964, № 32, 223.
5. Киладзе Р. И. Об одном классе орбит в ограниченной задаче трех тел. Бюлл Абастум. астрофиз. обс. 1964, № 32, 209.
6. Аллен К. У. Астрофизические величины. 1960. М.
7. Шаронов В. В. Природа планет 1958. М.

მეთვრამეტე საუკუნის ქართული ასტროლაბი

გ. გიორგობიანი

ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ფეოდალიზმის განყოფილების ფონდებში ინახება XVIII საუკუნემდე მეტად გავრცელებული ასტრონომიულ-გეოდეზიური ხელსაწყო — ა ს ტ რ ო ლ ა ბ ი, რომელსაც საკიდის ქვეშ, სატიტულო ადგილას, ასტრონომიის მოყვარულის — ქართველთა მეფის ვახტანგ VI (მეფობის წლები 1712—1724) ლამაზად გაფორმებული ხელრთვა ამკობს (ფოტო 1).

ასტროლაბს (α σ τ ρ ο ν — მნათობი და λ α μ β α ν ω — აღება) ფართოდ იყენებდნენ როგორც დასავლეთში, ასევე აღმოსავლეთში. მუჰამედ ნასირედ-დინ-ტუსის (1201—1274) მიერ დაარსებულს მარაღის ობსერვატორიაში მომუშავე ასტრონომები ასტროლაბს უძღვნიდნენ სპეციალურ ტრაქტატებს, რომლებშიაც აღწერილი იყო მისი აგებულება და გამოყენების შესაძლებლობანი [1].

ქ ა რ თ უ ლ ი ასტროლაბის არსებობის ფაქტი მოწმობს, რომ იგი საქართველოშიაც გამოიყენებოდა.

ჩვენში ძველთაგანვე ეწეოდნენ ასტრონომიულ დაკვირვებასა და კვლევას. ჩვენამდე მოღწეული პირველი ასტრონომიული ხელნაწერი, შედგენილი პალესტინაში ქართველი ბერი იოანე ზოსიმეს მიერ [2], თარიღდება 976 წლით. ცნობილია, რომ დიდი ყურადღება ექცეოდა ასტრონომიას დავით აღმაშენებლის (1089—1125) დროს [3].

შემდგომი ხანიდან, ვიდრე მონღოლების შემოსევამდე, კიდევ შემოგვრჩა რამდენიმე ორიგინალური თუ ნათარგმნი ასტრონომიული ტრაქტატი [4, 5], რომლებშიც ნათლად ჩანს ასტრონომიული კვლევისადმი ის დიდი ინტერესი, რომელმაც თავის კულმინაციურ წერტილს უფრო გვიან, მეფე ვახტანგ VI-ს დროს მიაღწია.

მეცნიერების ამ დარგში კარგად განსწავლულმა მეფე ვახტანგ VI თარგმნა ულუღ-ბეგის ცნობილი ვარსკვლავთ კატალოგი [6]. მისივე შეკვეთითაა გაკეთებული ის ასტროლაბი, რომლის დეტალური აღწერა წარმოადგენს წინამდებარე წერილის ძირითად მიზანს.

ლითონის კორპუსის უკანა მხარეს მოცემულია არაბულ-სპარსული წარწერა: صنعه و نحقة عبدالا بمة (ხელოვნებისა და მხატვრობის დიდოსტატთა მონა)[1].

სამწუხაროდ, აქ არაფერია ნათქვამი მისი გაკეთების ადგილის შესახებ, თუმცა ის ფაქტი, რომ ასტროლაბი დამზადებულია ვახტანგის დაკვეთით, თავისთავად ბევრის მთქმელია.

---

1 ასე ამოიკითხა ეს წარწერა ჩვენი თხოვნით პროფ. ვ. ფუთურიძემ.

ვახტანგისეული ასტროლაბი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: 1) ლითონის კორპუსი, 2) მესერი ანუ ე. წ. ობობას ქსელი, 3) მაჩვენებელი შიმშა ანუ ალიდად „ 4) ხუთი ორმხრივი ფირფიტა ანუ პლანისფერო.

კორპუსი ლითონისაა (თითბერი); მისი დიამეტრი უდრის 170 მილიმეტრს, სისქე—5 მილიმეტრს. კორპუსი ასრულებს ზემოთ ჩამოთვლილი ნაწილების შემკრების როლს. გარდა ამისა, მასზე მოცემულია დანაყოფებიანი წრე. დანაყოფები ყველგან აღნიშნულია მხედრული ასოებით: („ე"—5°)-ით დაწყებული („ტჲ—360°)-ით გათავებული. 5°-იანი შუალედით, ეს უკანასკნელი დაყოფილია 10 ტოლ ნაწილად, რაც ნიშნავს რომ თითოეული დანაყოფის ფასი 0°,5-ია. წრეზე სამი 5°-იანი დანაყოფი ერთადაა გაერთიანებული, რაც მოხერხებულია ასტრონომიული დაკვირვებებისათვის, რამდენადაც 15°-ს შეესაბამება დროის ერთი საათი.

კორპუსი ორმხრივია, რაც გვაფიქრებინებს, რომ გადასაწყვეტი ამოცანის შესაბამისად ალიდადა მაგრდებოდა ორივე მხრიდან.

კორპუსის შიდა მხარეზე დანაყოფების ტნე (355°) და ტჲ (360°) ქვეშ მოცემულია წარწერა „ქალაქნი". მის გასწვრივ წრეზე განლაგებულია 31 ქალაქის სახელწოდება, მარცხნიდან საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით: მექა, მადინა, მისრ, სნელა, ლასა, დიმმყ, ალაბ, ბაღდადი, სამარა, ტფილისი, კასელი, შუამთარი, ქაზარახი, შირაზი, იეზდი, ამადანი, უზმანი, გულფაქანი, ისპაჰანი, ქაშანი, რმი, ოლიყანი, ისტარბაზი, სამზანი, დამღანი, ბასატამი, საბზივარი, ნიშაპურ, მაშათ, მარვი, ჰრათი.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ქალაქის ქვეშ მოცემულია მისი კოორდინატები. რის შემდეგაც ისევ მოდის ქალაქთა წრე, რომელიც შემდეგ ქალაქებს მოიცავს: თაურიზი, არდაველი, მარაყა, შირვანი, ერევანი, განჯა, სულთანია, ლაიჯანი, ქირმაჯმა, საური, სალმასი, ჯირჯანი, სისტანი, ქირმანი და აღზაარ, ხოლო მათ ქვეშ ისევ მოყვება კოორდინატები (ფოტო 2).

ამ ცხრილის მიზანია გაადვილოს დაკვირვება, მიაწოდოს ხელსაწყოზე მომუშავეს ზოგიერთი მუდმივი სიდიდეები, რომ ადვილად გადაწყდეს დაყენებული ამოცანა.

ამავე მოსაზრებით უნდა იქნეს განხილული აგრეთვე სხვა მზა ცხრილები, რომლებიც მოცემულია კორპუსის უკანა მხარეს (ფოტო 3).

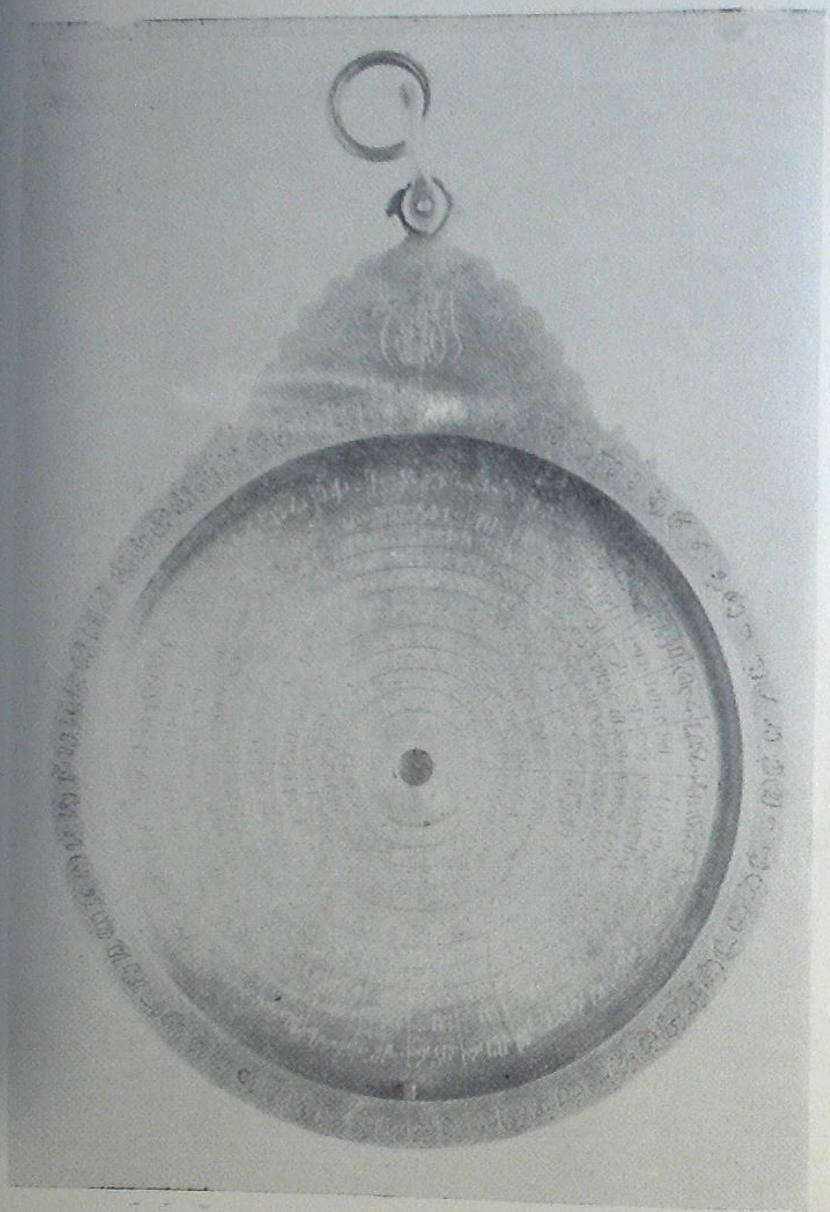
ცხრილს სამი მხრიდან შემოვლებული აქვს ასოები შემდეგი თანმიმდევრობით (მარჯვნიდან მარცხნივ) ბ(2), დ(4), ვ(6), ჱ(8), ი(10), იბ(12), ი(10), ჱ(8), ვ(6), დ(4), ბ(2), დ(4), ვ(6), ზ(7), ვ(6), დ(4), ბ(2).

ცხრილის მარცხნივ წერია „ზილი აყდამ" — ضل اقدم (ტერფების ჩრდილი), მარჯვნივ „ზილიასაბა" — ضل اماية (თითების ჩრდილი). ხოლო ქვეშ ორჯერ მეორდება „მუსთავი"— صدود (სწორი). ამ სიტყვების შემდეგ მოდის ხუთი ნახევარწრე. პირველ მათგანზე, რომელიც იწყება და მთავრდება სიტყვით „მანძილი", განლაგებულია ვარსკვლავები არაბული სახელწოდებებით. ასეთი 28 ვარსკვლავია (მარცხნიდან მარჯვნივ) შარათან, ბათან, სურაგია, დაბარან, აყა, ჰანაუ, ზირა, ნასრა, თარია, ჯაბრჰ, საბარა, არა, ავა, სამაქ, ღაიარ, ზაბანა, იქლილ, ალიბ, შევილ, ნაიმ, ბალადა, საბაჰ, ბალაყ, სუუყ, აზბია, მუყადალ, მისრ, რაშა.

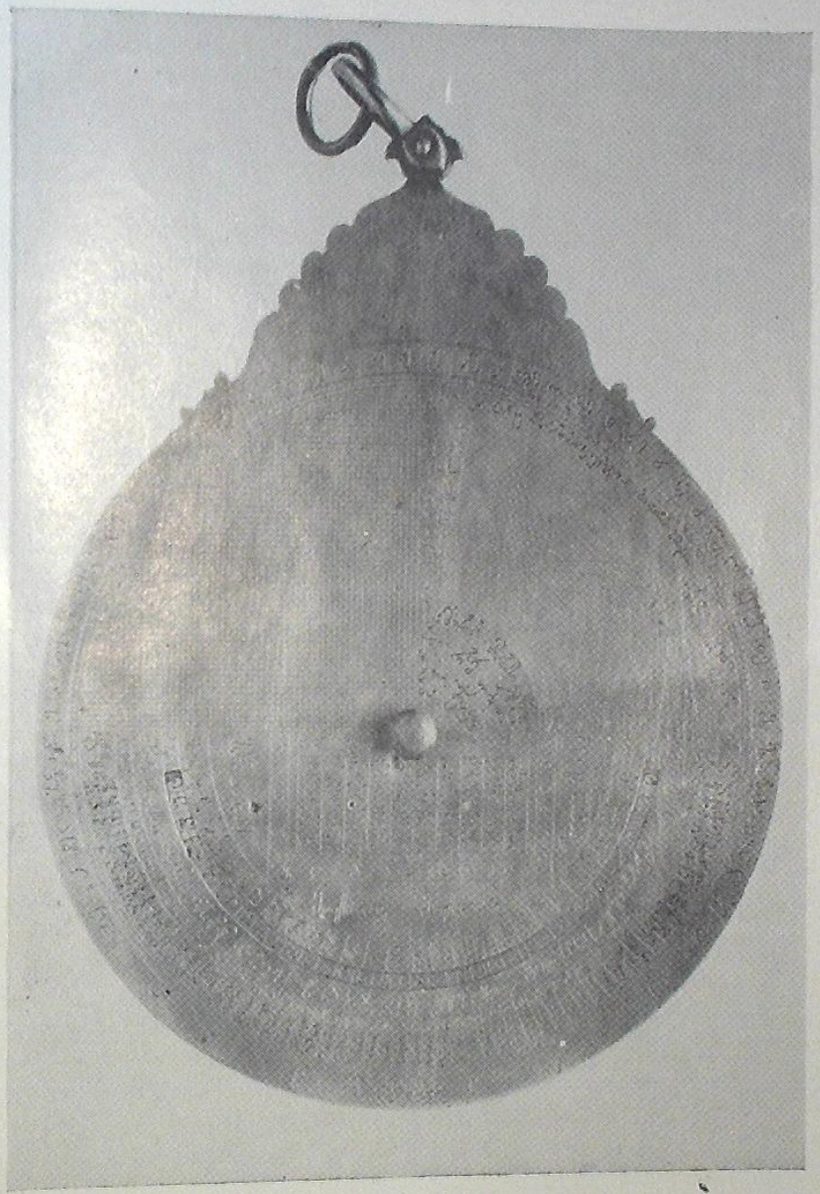
მეორე ნახევარწრე იწყება და მთავრდება სიტყვით „ვეშჯუჰ", რომლის მნიშვნელობა, სამწუხაროდ, ვერ დავადგინეთ. მას მოჰყვება ასოები: ტ(300), ს(200),



ფოტო 1



ფოტო 2



ფოტო 3

რ(100), ღ(700), ქ(600), ფ(500), უ(400), ტ(300), ს(200), რ(100), ღ(700), ქ(600), ფ(500), უ(400), ტ(300), ს(200), რ(100), ღ(700), ქ(600), ფ(500), უ(400), ტ(300), ს(200), რ(100), ღ(700), ქ(600), ფ(500), უ(400), ტ(300), ს(200), რ(100), ღ(700), ქ(600), ფ(500), უ(400), ტ(300).

მესამე ნახევარწრე იწყება და მთავრდება სიტყვით „ბრჯი“—ბურჯი-ზოდიაქოს თანავარსკვლავედი, რასაც მოყვება ზოდიაქოს თანავარსკვლავედთა სახელები.

მეოთხე ნახევარწრე იწყება სიტყვით „ჰუდუთ“ — صدود (საზღვრები), რასაც მოყვება 60 ნაწილად დაყოფილი წრე: ლ(30), კ*ჱ* (28), ით(29), ივ(16), იბ(12), ლ(30), კე (25), კ(20), ივ(16), ზ(7), ლ(30), კვ(26), კბ(22), იდ(14), ზ(7), ლ(30), კვ(26), კა(21), იზ(17), იბ(12), ლ(30), კდ(24), ით(19), ია(11), ზ(7), ლ(30), კ*ჱ*(28), კა(21), იდ(14), ვ(6), ლ(30), კ(28), კა(21), იზ(17), ზ(7), ლ(30), კდ(24), ი (18), ია(11), ვ(6), ლ(30), კვ(26), ით(19), ივ(16), ზ(7), ლ(30), კდ(24), იზ(17), იბ(12), ვ(6), ლ(30), კზ(27), კბ(22), იდ(14), *ჱ*(8), ლ(30), კე(25), კ(20), იბ(12), ვ(6).

მეხუთე ნახევარწრე იწყება სიტყვით „მასკულავი“, რასაც მოყვება პლანეტების მწკრივი, რომელიც მეორდება სხვადასხვა თანმიმდევრობით.

კორპუსის უკანა მხარეზე არსებული ძირითადი წრე ორი ურთიერთმართობული დიამეტრით დაყოფილია ოთხ ტოლ ნაწილად.

ჰორიზონტული ხაზის ორივე ბოლო აღნიშნულია ე(5), დანაყოფები მიემართებიან საკიდი რგოლისაკენ და იქ თავდებიან 90-ით. ზემოთნახევარწრიდან საინტერესო ცნობებს შეიცავს მარჯვენა მეოთხედი. დანაყოფთა ჟ(90), პე(85) ქვეშ რკალისებურად მიდის ასოთა შემდეგი რიგი: ლ(30), ლპ(32) ღვ(36), ლ*ჱ* (38), მ(40). სექტორში, რომლის დანაყოფებსაც ზემოთ მოყვანილი რიცხვები წარმოადგენენ, ორ რიგად, თითოეულში ოთხ-ოთხი, ჩაწერილია რვა ზოდიაქოს თანავარსკვლავედის სახელწოდება: კურო, ვერძი, თევზი, მერწყული, ღრიანკალი, სასწორი, ქალწული და ლომი. სექტორის მარჯვნივ, რომელიც ვერტიკალურადაა ამოჭრილი წრიდან, დანაყოფების ქვეშ მოცემულია ფრაზა: „ეანზე: რომ: ხაზები: გაუწევიათ: ნისბი: ნარის: ხაზებია“.

თუ ავხსნით ფრაზაში მოცემული ორი სიტყვის მნიშვნელობას — ნისბი — نصف (ნახევარი) და ნარი (ნაჭრი) — نطر — (ნაჭარ) — დღე, მაშინ ფრაზა გასაგები გახდება. აქ ლააპრაკია საშუადღეო ხაზებზე. ფრაზას მოყვება სამი ქალაქის დასახელება, რომლებიც ერთმანეთის ქვეშაა განლაგებული: ბაღდადი, ისპაანი და მაშათ. ამავე მეოთხედში ცენტრთან მოცემულია ფრაზა: „სამხრის მხრის ფარგლები რ-მ ყიბლამითი შეიტყობა“. ეს ფრაზა გვაძლევს საფუძველს ვიფიქროთ, რომ ასტროლაბს თან ახლდა კომპასი, რომელიც მას გადასატანადაც მოხერხებულს ხდიდა.

წრეზე ასო ე(5)- ის ქვევით მოცემულია სიტყვა „ზილიაბაბა“ —(თითების ჩრდილი), შემდეგ გრძელდება დანაყოფები: ნ(50), მე(45) და ა. შ. ...ე(5), ...მ(40).

საკიდის მარცხნივ წრის მეოთხედი ოთხკუთხედი ბადითაა დაფარული.

ასტროლაბის კორპუსის უკანა მხარე დაყოფილია ოთხ კვადრანტად. ზედა ორი კვანდრანტის გარეთა კიდეები დაყოფილია 0°-დან 90°-მდე. ვიწყებთ რა ჰორიზონტული ხაზიდან, მზის ან ვარსკვლავის სიმაღლე აღებული ალიდადის დახმარებით უშუალოდ აითვლება ამ დანაყოფებზე. თუმცა ასტროლაბის უკანა მხარის მოწყობილობის შესახებ არსებული წესები ნაკლებადაა განსაზღვრული,

მაინც უმეტეს შემთხვევაში დიაგრამა შემდეგნაირად ნაწილდება: ზედა მარცხენა კვადრანტზე გვაქვს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზები, რომლებიც წარმოადგენენ კოსინუსებს და სინუსებს.

ზედა მარჯვენა კვადრანტზე გვაქვს მრუდის ორი რიგი, რომელთაგან ერთი ძიუთითებს მზის სიმაღლეზე ზენიტში. ეს ვარგისია მთელი რიგ ქალაქებში მზის მდებარეობისათვის ზოდიაქოში, ხოლო მეორე რიგი მრუდებისა ძიუთითებს მზის სიმაღლეზე შუადღისას სხვადასხვა გეოგრაფიულ განედებზე წლის ყოველ დროს. ქვედა ორი კვადრანტი შეიცავს ჩრდილიან ფართობებს სხვადასხვა სიგრძის გნომონებისათვის. დანაყოფები, რომლებიც შემოტანილ იქნა ალ-ცარკალის მიერ, შეიძლება აიხსნას, როგორც გაზომილი სიმაღლეების ტანგენსები და კოტანგენსები. შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ასტროლაბის უკანა მხარე წარმოადგენს ოთხი ძირითადი ტრიგონომეტრიული ფუნქციის გრაფიკულ გამოსახვას. ამათ გარდა აქ მოიპოება ყველა სახის კალენდარული, ასტროლოგიური და რელიგიური ცნობები" [7].

ჩვენი ასტროლაბის მსგავსება სპარსულ-არაბულ ასტროლაბებთან უდაოა [8].

მესერზე მთავარ წრეს წარმოადგენს ეკლიპტიკის წრე, რომელზედაც განლაგებულია ზოდიაქოს 12 თანავარსკვლავედის სახელწოდება. წრე შესაბამისად დაყოფილია 12 ოცდაათგრადუსიან რკალად, რომელთაგან თითოეულ თანავარსკვლავედს შეესაბამება 30 დღე (ერთი თვე).

ეკლიპტიკის წრეს მშვილდოსნის და თხის რქის თანავარსკვლავედებს შორის აქვს მაჩვენებელი, რომელიც მიმართულია კორპუსის წრისაკენ.

მესერზე მოცემულია 25 ვარსკვლავის სახელწოდება. მესერი ბრუნავს ღერძის გარშემო, რომელზედაც აიწყობა მთელი ხელსაწყო. ალიდადა მაგრდება ღერძზე ასტროლაბის ორივე მხარეს და ბრუნავს სასურველი მიმართულებით. ალიდადის ერთ ბოლოში შერჩენილია 2 მილიმეტრის სისქისა და 15 მილიმეტრის სიმაღლის ფირფიტა, რომელსაც ორი ხვრელი აქვს, ზემოთ უფრო ფართო, ქვემოთ — ვიწრო. ალიდადის მეორე ბოლოზე, ფირფიტის პირდაპირ, ნათლად ჩანს მეორე ასეთივე ფირფიტის არსებობის კვალი, თვითონ კი აღარ შემონახულა.

ასტროლაბის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს აგრეთვე ხუთი ორმხრივი ლითონის ფირფიტა — პლანისფერო.

ფირფიტები ერთმანეთისაგან და აგრეთვე მათი ორი მხარე განსხვავდება განედების მიხედვით. ამ ფირფიტების საშუალებით დაკვირვება შეიძლება შემდეგი განედების მქონე ადგილებისათვის: 32°, 33°, 34°, 36°, 37°, 38°, 40°, 41° და 43°. ერთ-ერთი ფირფიტის ერთი მხარე გამოდგება ყველა განედისათვის და იწოდება ზოგად დაფად [7].

ფირფიტების მონაცემები საშუალებას იძლევა მათზე ავითვალოთ ეკვატორული კოორდინატები ვარსკვლავებისათვის.

ხელსაწყო შემდეგნაირად აიწყობა: კორპუსში იდგმება 5 ფირფიტა ისე, რომ მათ ხვრელში შევიდეს ღერძი და ყველაზე ზემოთ იდოს მოცემული ადგილის განედის შემცველი ფირფიტა; ზევიდან თავსდება მესერი. მესერისა და ალიდადის განლაგება დამოკიდებულია დასმულ ამოცანაზე.

საინტერესოა ვნახოთ რა პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა შეიძლება ვახტანგისეული ასტროლაბის მეშვეობით[1].

[1] ქვემოთ ჩამოთვლილი ყველა ამოცანა დასმული და გადაწყვეტილია ორ უკვე გამოქვეყნებულ ასტროლაბზე [8], [9].

ამოცანა I. მზათობის კუთხური სიმაღლის განსაზღვრა. ამოცანის გადასაწყვეტად ხელსაწყოს ჰკიდებენ ვერტიკალურად, ალიდადას ამაგრებენ კორპუსის უკანა მხარეს და ხვრელების საშუალებით მიმართავენ მნათობისაკენ, რომლის კუთხური სიმაღლე აითვლება კორპუსის გარე წრეზე პირველ მეოთხედში.

ამოცანა II. წლის მოცემულ დღეს მზის მდებარეობის განსაზღვრა ეკლიპტიკაზე. ჩაითვლება რა, მზე 21 მარტს იმყოფება თევზის თანავარსკვლავედში და ეკლიპტიკის წრეზე წლიური მოძრაობით გადაადგილდება საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით, მაშინ ეკლიპტიკის წრეზე მოცემული დანაყოფების საშუალებით, რომლებიც თვის რიცხვებს წარმოადგენენ, გადავითვალოთ იმდენი თვე და რიცხვი, რამდენიც გასულია 21 მარტიდან მოცემულ დღემდე. ასე დადგინდება მზის მდებარეობა ეკლიპტიკაზე წლის ნებისმიერი დღისათვის.

ამოცანა III. მიუწვდომელი სხეულის სიმაღლისა და მანძილის განსაზღვრა. პირველ ამოცანაში მოცემული მეთოდით განვსაზღვრავთ საგნის კუთხურ სიმაღლეს რომელიმე წერტილიდან. გადავინაცვლებთ საგნის მიმართულებით სწორზე და ჩავატარებთ იმავე განსაზღვრას. მანძილი ორ წერტილს შორის ცნობილია. ვიპოვით რა სხვაობას კუთხურ სიმაღლეებს შორის, უბრალო გეომეტრიული გზით შეიძლება გადავწყვიტოთ ამოცანა. შემდეგ საგნის სიმაღლის განსასაზღვრავად საკმარისია ვიცოდეთ კუთხე, რომლითაც იგი მოჩანს

ამოცანა IV. ზოდიაქოს თანავარსკვლავედთა განლაგების განსაზღვრა ღამის სხვადასხვა მომენტისათვის. II ამოცანის ანალოგიურად ვპოულობთ მზის მდებარეობას ეკლიპტიკაზე. ალიდადას ვამაგრებთ წინა მხრიდან 0°-ზე. ეკლიპტიკის წრეს ვაბრუნებთ ისე, რომ მზის მდებარეობა შეუთავსდეს 0°-ს. ამის შემდეგ შიმშის მეორე ბოლო გვიჩვენებს იმ თანავრსკვლავედს, რომელიც მერიდიანშია მოცემული დღის შუაღამისას. დანარჩენი თანავარსკვლავედების მდებარეობა შეიძლება განისაზღვროს მათი შესაბამისი განლაგებით. ღამის ცის სურათის განსასაზღვრავად სხვა მომენტისათვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ყოველ გასულ საათს (შუაღამის შემდეგ) თანავარსკვლავედები გადაადგილდებიან საათის ისრის მიმართულებით 15°-ით.

ამოცანა V. მზის სიმაღლის განსაზღვრა მერიდიანში მოცემული დღისათვის. II ამოცანაში მოცემული მეთოდით ვპოულობთ მზის მდებარეობას ეკლიპტიკაზე მოცემული დღისათვის. მესერს ვაბრუნებთ, ვიდრე იგი არ შეუთავსდება მზის მდებარეობას მერიდიანში, ხოლო შენებთ, ვიდრე იგი არ შეუთავსდება მზის მდებარეობას მერიდიანში, ხოლო შენებთ, საბამისი განედის შემცველ ფირფიტაზე ვპოულობთ იმ პარალელს, რომელზედაც მოხვდება მზე მერიდიანში ყოფნისას. პარალელზე ვპოულობთ რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებს მზის სიმაღლეს მერიდიანში.

ამოცანა VI. განვსაზღვროთ მნათობის ეკვატორული კოორდინატები. დავაყენებთ ალიდადას გაზაფხულის დღე-ღამტოლობის წერტილში და დავიმახსოვრებთ დანაყოფს კორპუსის გარე სკალაზე. ალიდადას მოვაბრუნებთ მზისაკენ და იმავე მხარეს ავითვლით დანაყოფს. ამ ანათვლებს შორის სხვაობა იქნება მზის პირდაპირი აღვლენა.

დახრილობის საპოვნელად უნდა განისაზღვროს მნათობის სიმაღლე მერიდიანზე (ამოცანა I, V). და ცნობილი ფორმულებით:

$$\delta = 90 - h + \varphi. \quad (1)$$

$$\delta = h - 90 + \varphi, \quad (2)$$

კიპოვით დახრილობას.

(1) ფორმულა სამართლიანია, როცა $\varphi < \delta$; ხოლო (2) — როცა $\varphi > \delta$.

ამოცანა VII. განვსაზღვროთ ადგილის გეოგრაფიული განედი. ვიცით, რომ გეოგრაფიული განედი ეტოლება პოლუსის სიმაღლეს ჰორიზონტიდან. ამოცანა შეიძლება გადაწყდეს შემდეგნაირად: საზღვრავენ პოლარული ვარსკვლავის სიმაღლეს (ამოცანა I); რაც იძლევა განედის მიახლოებით მნიშვნელობას; ანდა საზღვრავენ იმ მნათობის სიმაღლეს მერიდიანში, რომლის დახრილობა ცნობილია; მაშინ ადგილის გეოგრაფიულ განედს პოულობენ (1) ან (2) ფორმულიდან (ამოცანა VI).

ამოცანა VIII. დროის განსაზღვრა. აღნიშნავენ მზის მდებარეობას ეკლიპტიკაზე და ზომავენ მის სიმაღლეს ჰორიზონტიდან. მესერს აბრუნებენ მზისა და გარკვეული სიმაღლის პარალელის შეთავსებამდე. თუ დროის განსაზღვრა ხდება შუადღემდე, მაშინ შეთავსება ხდება აღმოსავლეთით, ხოლო შუადღის შემდეგ — დასავლეთით. კორპუსის სკალაზე აღნიშნავენ დანაყოფს მესერის მაჩვენებლის პირდაპირ. ამის შემდეგ მესერს გადაადგილებენ მზის მიერ მერიდიანის გადაკვეთამდე. აღინიშნება მეორე ჩვენება. ამ ორი მონაცემის სხვაობა იძლევა მზის კუთხურ მანძილს მერიდიანიდან. ამასთან მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ ყოველი 15° შეესაბამება ერთ საათს და, რომ მზის ზედა კულმინაციის დრო არის 12 საათი.

ანალოგიური გზით განისაზღვრება დრო ღამით, საყრდენი ვარსკვლავების მეშვეობით, რომლებიც მესერზეა ძოცემული.

ამოცანა IX. განვსაზღვროთ მოცემული დღისა და ღამის ხანგრძლიობა წლის მოცემული დროისათვის. ამოცანის გადასაწყვეტად ვიღებთ მოცემული განედის შემცველ ფირფიტას, ვსაზღვრავთ მზის მდებარეობას ეკლიპტიკაზე მოცემული დღისათვის. მესერს ეძლევა ისეთი მდებარეობა, რომ მზის გამოსახულებამ გადაკვეთოს ჰორიზონტის აღმოსავლეთი ნაწილი. აღინიშნება დანაყოფი კორპუსის სკალაზე მესერის მაჩვენებლის პირდაპირ. მესერს ვაბრუნებთ საათის ისრის მიმართულებით ისე, რომ მზის გამოსახულებამ გადაკვეთოს ჰორიზონტი დასავლეთით. ხელახლა აღინიშნება დანაყოფი. მეორე და პირველ მაჩვენებელთა სხვაობა მოგვცემს დღის ხანგრძლიობას გრადუსებში. ღამის ხანგრძლიობა მიიღება თუ 24 საათს გამოვაკლებთ დღის ხანგრძლიობას.

ამოცანა X. განვსაზღვროთ სამყაროს მხარეები ასტროლაბის საშუალებით. განვსაზღვროთ მზის მდებარეობა ეკლიპტიკაზე და ვიპოვოთ მისი სიმაღლე ჰორიზონტზე (ამოცანა I). მზის გამოსახულება შევუთავსოთ ისეთ პარალელს, რომლის სიმაღლეც ემთხვევა მზისას. ალიდადა დავამაგროთ მესერის მხრიდან და მივმართოთ მზისაკენ. ხელსაწყოს მივცეთ ისეთი ჰორიზონტული მდებარეობა, რომ შიშა და მზე მდებარეობდნენ სიმაღლის წრის ერთ სიბრტყეში. ხელსაწყოს უძრავ მდებარეობაში ალიდადა, მიმართული მერიდიანში, გვიჩვენებს ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებას. ფირფიტაზე მოცემული წარწერები „აღმოსავლეთი“, „დასავლეთი“ გვიჩვენებენ შესაბამის მხარეებს. ანალოგიური მეთოდით ვარსკვლავებზე ორიენტირებით შეიძლება ვიპოვოთ სამყაროს მხარეები ღამითაც.

ამოცანა XI. გამოვთვალოთ ტრიგონომეტრიული ფუნქციები. ასტროლაბის უკანა მხარის მეორე კვადრატში შესაბამის წრეზე ვიპოვით საჭირო კუთხეს. უჯრედების დახმარებით განვსაზღვრავთ მანძილს წრიდან ვერტიკალურ და ჰორიზონტულ ღერძებამდე. ამ სიდიდეთა შეფარდება გვაძლევს ტრიგონომეტრიულ ფუნქციებს.

დეკემბერი, 1963.

ГРУЗИНСКАЯ АСТРОЛЯБИЯ ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

Г. Г. ГЕОРГОБИАНИ

(Резюме)

В статье дано описание астролябии, изготовленной по заказу грузинского царя Вахтанга (XVIII в.), и хранящейся в Государственном музее Грузии им. С. Н. Джанашиа. Изложены задачи, решаемые с помощью указанного инструмента.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Мамедбейли Г. Основатель Марагинской обсерватории Насир-эд-дин Туси. Баку, 1961, 15.
2. იოანე-ქართველის კალენდარი, საქ. მეცნ. აკად. ხელნაწ. ინსტიტ., ფონდი A-38, 239—248.
3. იოანე დამასკელი. წყარო ცოდნისა. თარგმ. ეფრემ-მცირის მიერ, XI ს-ის მეორე ნახევარში. საქ. მეცნ. აკად. ხელნაწ. ინსტიტ., ფონდი A—24.
4. ასტრონომიული ტრაქტატი, 1188 წ., საქ. მეცნ. აკად. ხელნაწ. ინსტიტ., ფონდი A—65.
5. აბუსერიძე-ტბელის კალენდარი, 1233 წ. საქ. მეცნ. აკად. ხელნაწ. ინსტიტ., ფონდი A—85.
6. ულუგ-ბეგის ვარსკვლავთ კატალოგი, თარგმ. ვახტანგ VI-ის მიერ. საქ. მეცნ. აკად. ხელნაწ. ინსტიტ., ფონდი S—161.
7. The Encyclopaedia of Islam. Vol. I, 1960, 722, Leiden—London.
8. Осипов М. Астролябия — планисфера или персидско-арабская астролябия. Ташкент, 1910.
9. Туманян Б. Астролябия Гукаса-Ванандеци. Историко-Астрон. иссл. Москва, 1959, 5, 234—248.

ЗАМЕЧАНИЕ ОБ ОБЪЕКТЕ С КООРДИНАТАМИ $\alpha_{1900} = 19^h21^m$, $\delta_{1900} = +29$

С. П. АПРИАМАШВИЛИ

Дальнейшая проверка обнаружила, что объект с координатами: $\alpha_{1900}=19^h21^m$, $\delta_{1900}=+29^0$, о котором сообщалось в статье Н. А. Размадзе (Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, № 26) оказался переменной звездой *BF* Лебедя.

ХРОНИКА

* В течение 1964 года сотрудники Абастуманской астрофизической обсерватории принимали участие докладами в ряде астрономических конференций и совещаний: В. П. Джапиашвили и Л. В. Ксанфомалити — в работе Пленума Комиссии по физике планет Астрономического Совета АН СССР в Москве; Т. Г. Мегрелишвили, Л. М. Фишкова, И. А. Хвостиков — в работе междуведомственного совещания по исследованию верхних слоев атмосферы в Москве; А. Ш. Хатисов в работе Пленума Комиссии по астроприборостроению АС АН СССР в Казани; Л. В. Ксанфомалити — в работе Всесоюзного семинара по фотометрии комет в Киеве; С. П. Априамашвили, Р. А. Бартая, Е. К. Харадзе в работе Пленума Комиссии звездной астрономии АС АН СССР

* В октябре в обсерватории был проведен Всесоюзный семинар по вопросам применения в астрономии современной фотоэлектронной техники.

* В обсерватории были проведены семинарные занятия приглашенными лицами: В. Н. Карпинским по вопросам исследования инструментального контура солнечных спектрометров; А. А. Киселевым по вопросам фотографической астрометрии.

* Р. А. Бартая, В. П. Джапиашвили и Е. К. Харадзе, принимали участие в XII-ой Генеральной ассамблее Международного Астрономического Союза в г. Гамбурге и выступили с сообщениями в Комиссиях МАС.

* Е. К. Харадзе ознакомился с работами Бергердорфской (ФРГ) и Таутенбургской обсерваторий (ГДР). Р. А. Бартая и В. П. Джапиашвили посетили: Бергердорфскую, Гейдельбергскую обсерватории и Бонискую радиоастрономическую обсерваторию, а также Астрономический вычислительный институт в Гейдельберге (ФРГ).

* В июне обсерваторию посетил директор Таутенбургской обсерватории (ГДР) доктор Николаус Рихтер, выступивший с докладом «Внегалактические исследования с помощью 2-х метрового универсального телескопа Таутенбургской астрономической обсерватории». С участием Н. Рихтера был проведен коллоквиум.

В сентябре обсерваторию посетил директор Астрономической обсерватории Краковского университета профессор Е. В. Рыбка.

В октябре обсерваторию посетили и подробно ознакомились с ее работами научные сотрудники Бабельсбергской обсерватории (ГДР) П. Нотни и Х. Олек.

В ноябре подробно ознакомились с обсерваторией и ее работами директор обсерватории Маунт Стромло (Австралия) профессор Б. Бок и профессор П. Бок. Б. Бок выступил с докладом на тему: «О работах обсерватории на горе Стромло по галактическим исследованиям». С участием проф. Б. Бока был проведен коллоквиум по вопросам строения и структуры Галактики.

* В обсерватории девятимесячную стажировку проходит молодой научный сотрудник Краковской астрономической обсерватории (Польша) М. Винярски. Двухмесячную стажировку прошел молодой астроном Копенгагенской астрономической обсерватории (Дания) Р. Вест.

* Обсерватория совместно с рядом других обсерваторий СССР принимала участие в кооперированных наблюдениях нескольких звезд типа У-Ве Кита, организованных профессором Ловеллом (Англия) совместно с АС АН СССР.

* Утверждена новая структура обсерватории; ее составляют: Отдел галактических исследований, Отдел теоретических исследований и вычислительных и астрометрических работ, Отдел солнечных и лунно-планетных исследований, Лаборатория астрономической радиоэлектроники.

* В декабре кандидатскую диссертацию защитил С. П. Апрямашвили на тему: «Исследование межзвездного поглощения света и пространственного распределения звезд в двух участках Млечного Пути в созвездиях Орла и Щита».

* В обсерватории прошли стажировку 4 аспиранта (ГАИШ, Украинская Главная астрономическая обсерватория и Душанбинский Педагогический институт), а также 8 студентов Московского, Уральского и Тбилисского государственных университетов.

* Производственную практику в обсерватории в течение 1964 года проходили 20 студентов Тбилисского, Одесского, Уральского и Львовского университетов.

* В 1964 году вышли в свет 2 очередных выпуска Бюллетеня Абастуманской обсерватории №№ 30 и 31. Последний содержит каталоги, составленные в процессе выполнения Комплексного плана изучения Млечного Пути (План П. П. Паренаго).

* В течение 1964 года сотрудниками обсерватории принято 212 экскурсий (5500 человек.) Для экскурсантов прочитаны 181 лекция и проведены 31 беседа.

* Сотрудники обсерватории участвовали в тематических вечерах в г.г. Боржоми, и Тбилиси, организованных по линии общества «Знание».

* В 1964 году совместно с Кафедрой астрономии Тбилисского государственного университета и Тбилисским отделением ВАГО (Всесоюзно Астрономо-геодезическое общество) издан «Астрономический календарь» на 1965 год на грузинском языке (V выпуск).

* В 1964 году при Тбилисском государственном университете был организован филиал Комитета по метеоритам Академии Наук СССР.

* В 1963 и 1964 годах на горе Канобили имелось соответственно 104 и 129 ночей звездных наблюдений; 203 и 256 дней хромосферных и 232 и 279 фотосферных наблюдений Солнца.

* В 1963 году введен в эксплуатацию 24-квартирный жилой дом.

* В 1964 году введены в эксплуатацию лабораторная пристройка к башне хромосферно-фотосферного телескопа; начато строительство башни для внезатменного коронографа и павильона для горизонтального солнечного телескопа АЦУ-5.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОПЕЧАТОК (БЮЛЛ. № 31)

В статье Н. Б. Каландадзе «Каталог звездных величин и показателей цвета в системе U—B—V, спектров и светимостей звезд в Млечном Пути в созвездии Тельца (область IV Плана П. П. Паренаго)»

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
70	7-снизу	194 246256 10.13 1.08 1.37 Ко	194 246371 9. 21 1. 22 2. 14 Аз
98	13-снизу	238 10.65 —0.66 B2111	238 10.65 0.44—0.66 B2111.
	Карта	Под № 359 указана слабая звезда	Номер относится к яркой звезде, рядом с указанной слабой
	№ 2 26°		

შინაარსი — СОДЕРЖАНИЕ

1. О переменности блеска и цвета γ Волопаса. Н. Л. Магалашвили и Я. И. Кумсишвили 3
მენახირის γ-ს სიკაშკაშისა და ფერის ცვალებადობის შესახებ. ნ. მაღალაშვილი და ი. ქუმსიშვილი (რეზიუმე) 6
On Light and colour variation of γ Boo. N. L. Magalashvili and J. J. Kumsishvili (Summary) 6
2. Полуправильные переменные звезды *RW* Лебедя, *SU* Персея и *UX* Дракона. Н. Л. Магалашвили и Я. И. Кумсишвили 9
ნახევრად წესიერი ცვალებადი ვარსკვლავები გედის *RW*, პერსევსის *SU* და გველეშაპის *UX*. ნ. მაღალაშვილი და ი. ქუმსიშვილი (რეზიუმე) . . . 19
Semi-regular variable stars *RW CYG*, *SU* Per and *UX* Dra. N. L. Magalashvili and J. J. Kumsishvili (Summary) 20
3. Фотографические наблюдения трех звезд типа *UV* Кита. Л. Н. Мосидзе и А. Д. Чуадзе 21
ვეშაპის *UV* ტიპის სამი ვარსკვლავის ფოტოგრაფიული დაკვირვებები. ლ. მოსიძე და ა. ჭუაძე (რეზიუმე) 28
Photographic observations of three *UV* Coti type stars. L. N. Mosidze and A. D. Chuadze (Summary) 29
4. Спектральное исследование переменной *DX* Дельфина. И. Ф. Алания . . 31
ცვალებადის დელფინის *DX*-ის სპექტრული გამოკვლევა. ი. ალანია (რეზიუმე) 38
The spectral investigation of *DX* Del. I. F. Alania (Summary) . . 39
5. Новая Геркулеса 1963. И. Ф. Алания и М. В. Попов 41
1964 წლის ჰერკულესის ახალი. ი. ალანია და მ. პოპოვი (რეზიუმე) . . 51
Nova Herculis 1963. I. F. Alania and M. V. Popov (Summary) . 51
6. Красные звезды в области *NGC* 6819. М. В. Долидзе и Н. А. Липаева . . 53
წითელი ვარსკვლავები *NGC* 6819-არეში. მ. დოლიძე და ნ. ლიპაევა . . 68
Red stars in the *NGC* 6819-area. M. V. Dolidze and N. Lipaeva. 68
7. Относительные положения, звездные величины и спектральные классы звезд кратных систем типа трапеции. Г. Н. Салуквадзе 69
ტრაპეციის ტიპის ჯერად სისტემათა ვარსკვლავების ფარდობითი მდებარეობანი, ვარსკვლავური სიდიდეები და სპექტრული კლასები. გ. სალუქვაძე (რეზიუმე) 117
Relative positions, magnitudes and spectral classes of trapezium type multiple systems. G. N. Salukvadze. (Summary) 119
8. Развитие хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе и Н. З. Гогосашвили 123
ქრომოსფერული ამოფრქვევების განვითარება. თ. რაზმაძე და ნ. გოგოსაშვილი (რეზიუმე) 139
The development of the chromospheric flares. T. S. Razmadze and N. Z. Gogosashvili (Summary) 139
9. Солнечные вспышки и свечение ночного неба. Т. С. Размадзе 141
მზის ამოფრქვევები და ღამის ცის ნათება. თ. რაზმაძე (რეზიუმე) 146
Solar flares and nigth sky light. T. S. Razmadze (Summary) . . 146

10. Кривые развития хромосферных вспышек по материалам наблюдений за 1961 год. Т. С. Размадзе и А. С. Цховребадзе 147
1961 წლის ქრომოსფერული ამოფრქვევების მრუდები. თ. რაზმაძე და ა. ცხოვრებაძე (რეზუმე) 153
The chromospheric flare curves in 1961. T. S. Razmadze and A. S. Tskhovrebadze (Summary) 153
11. Фотографическая фотометрия кометы Аренд-Ролана (1956h). В. П. Джапиашвили и Г. Н. Салуквадзе 155
არენდ-როლანის კომეტის (1956 h) ფოტოგრაფიული ფოტომეტრია. ვ. ჯაფიაშვილი და გ. სალუქვაძე (რეზუმე) 159
Photographic photometry of the comet Arend-Roland (1956 h). V. P. Dzhapiashvili and G. N. Salukvadze (Summary) 159
12. Фотографические наблюдения кометы Мркоса (1957d). Г. Н. Салуквадзе и В. П. Джапиашвили 161
მრკოსის კომეტის (1957 d) ფოტოგრაფიული დაკვირვებები. გ. სალუქვაძე და ვ. ჯაფიაშვილი (რეზუმე) 163
Photographic observations of the comet Mrkos (1957 d). G. N. Salukvadze and V. P. Dzhapiashvili (Summary) 164
13. К вопросу о вариациях свечения натрия в сумерках. Т. Г. Мегрелишвили и Т. И. Торошелидзе 165
ბინდში ნატრიუმის ნათების ვარიაციების საკითხისათვის. თ. მეგრელიშვილი და თ. ტოროშელიძე (რეზუმე) 180
On the variations of sodium emission in twilight. T. G. Megrelishvili and T. I. Toroshelidze (Summary) 181
14. აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ტელესკოპების ფუძეების მდებარეობათა სხვაობანი. გ. კვირკველია 183
Разности в положениях фундаментов телескопов Абастуманской астрофизической обсерватории. Г. Д. Квирквелия (Резюме) 186
15. Исследование инфракрасных пленок типов И-810, И-920, И-1030 и И-1070. Т. И. Торошелидзе и Д. Г. Чипашвили 187
ინფრაწითელი აფსკების И-810, И-920, И-1030, И-1070 გამოკვლევა. თ. ტოროშელიძე და დ. ჭიპაშვილი (რეზუმე) 195
An investigation of infrared films of И-810, И-920, И-1030 and И-1070 types. T. I Toroshelidze and D. G. Chipashvili (Summary) 195
16. Фотометр на основе пересчетной установки. „Волна“ ПС-5М. А. В. Ксанфомалити 197
The photometer based on an industrial counter device. L. Y. Xanfomality 200
17. Об одной установке фотографического патруля ясности неба для области северного полюса. Н. З. Филиппов 201
On a photographic sky-patrol around the north pole. N. Z. Filippov (Summary) 205
18. О переводе гиревых часовых механизмов телескопов на электропривод. А. К. Майер 207
On the transfer of weight-driven clocks of telescopes to electric drive. A. K. Mayer (Summary) 208
19. Об одном классе орбит в ограниченной задаче трех тел. Р. И. Киладзе 209
სამი სხეულის შემოსაზღვრულ ამოცანაში ორბიტების ერთი კლასის შესახებ. რ. კილაძე (რეზუმე) 220
On a class of orbits in the restricted problem of three bodies. R. I. Kiladze (Summary) 220
20. К вопросу о суточном вращении планет. Р. И. Киладзе 223
პლანეტების დღეღამური ბრუნვის საკითხისათვის. რ. კილაძე (რეზუმე) . . . 230
On axial rotation of planets. R. I. Kiladze (Summary) 230
21. К вопросу о вращении планет вокруг собственной оси. Р. И. Киладзе 231
საკუთარი ღერძის ირგვლივ პლანეტების ბრუნვის საკითხისათვის. რ. კილაძე (რეზუმე) 234
On the planet's axial rotation. R. I. Kiladze 234
22. მეთვრამეტე საუკუნის ქართული ასტროლაბი. გ. გიორგობიანი 235
Грузинская астролябия восемнадцатого века. Г. Г. Георгобиани (Резюме) 241
23. Замечание об объекте с координатами $\alpha_{1960} = 19^h21^m$, $\delta_{1960} = +29^o$ С. П. Априамашвили 242
24. Хроника 243
25. Исправление опечаток (Бюлл. № 31) 244

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

*

პ/მგ. რედაქტორი ე. ბარაძე

გამომცემლობის რედაქტორი დ. ბაქრაძე
ტექრედაქტორი ნ. ბოკერია
კორექტორი ნ. ებრალიძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 14.4.1965; ქაღალდის ზომა 70×108¹/₁₆;
ნაბეჭდი თაბახი 22.96; სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 20.19;
უე 02090; ტირაჟი 600; შეკვეთა 1269
ფასი 1 მან. 70 კაპ.

გამომცემლობა „მეცნიერება", თბილისი, ძერჟინსკის ქ. № 8
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8

Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе 3/5
გამომცემლობა „მეცნიერების" სტამბა, თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5

ფასი 1 მან. 70 კაპ.

247/8