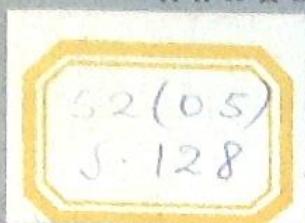


საქართველოს სსრ აკადემიის მასტერ
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР



აბასთუმანის ასტროფიზიკური მუზეუმის აზოვი

ათა განობრივი

გ ი უ ლ ე ტ ე ბ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

ГОРА КАНОВИЛИ

БЮЛЛЕТЕНЬ

28

1962

საქართველოს სსრ აკადემიის მასტერ
თბილისი

Тбилиси

52(05)
5.128

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებების
აკადემია სამსახურის მიერ გვერდის
ასტროფიზიკური მუზეუმის
მიერ გვერდის

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მუზეუმის
მიერ გვერდის

გ ი ლ ლ ი ტ ე ბ ი

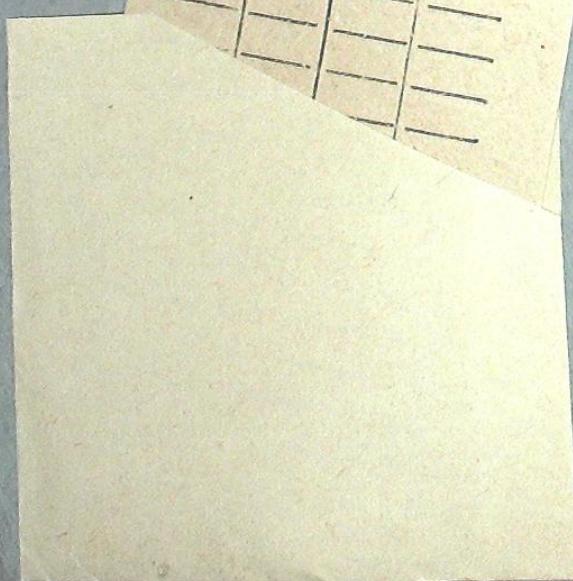
აბასთუმანის ასტროფიზიკური მუზეუმის
მიერ გვერდის

БЮЛЛЕТЕНЬ

28

P-36188

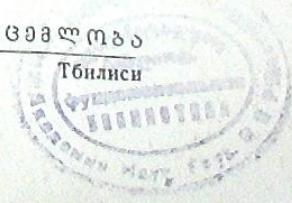
52(05) 5.128
5.128 ასტროფიზიკური
მუზეუმის მიერ გვერდის
მიერ გვერდის 1962, 28
P-36188. 1 p. 62 k.



1962

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებების მუზეუმის
მიერ გვერდის

თბილისი



ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА СС АНДРОМЕДЫ

Н. Л. МАГАЛАШВИЛИ, Я. И. КУМСИШВИЛИ

Отв. редактор Е. К. Харадзе

Переменность СС Андромеды была открыта Эггеном в 1952 году. Линдблад [1] на основе фотоэлектрических наблюдений, выполненных в 1953 г., нашел период изменения блеска равным около трёх часов и обнаружил изменение амплитуды.

В 1953—54 гг. Вильсоном и Уокером [2] были проведены одновременные фотоэлектрические (в трёх лучах) и спектроскопические наблюдения; они установили, что блеск этой переменной меняется с основным периодом $P_0 = 0^d.1249078$, а период биения составляет несколько суток. Вильсон и Уокер отметили запаздывание максимума блеска относительно максимума размеров, полученных по лучевым скоростям, на четверть периода. Соотношение между амплитудами блеска и лучевыми скоростями они получили такое же, как и для δ Шита. Как заключают авторы на основе наблюдательных данных, вероятно, СС Андромеды по светимости может быть ярче звёзд главной последовательности того же спектрального типа.

В 1956—57 гг. в течение 27 ночей Фич [3] провел фотоэлектрические наблюдения СС Андромеды в желтых и голубых лучах. Обработка наблюдений показала, что у СС Андромеды имеются четыре периода изменения блеска. Полное представление изменений блеска невозможно из-за большого количества непериодических и полупериодических флюктуаций.

Мы вели фотоэлектрические наблюдения СС Андромеды в течение 6 ночей в два периода — 1958 и 1960 гг. Наблюдения производились при помощи звездного электрофотометра, установленного в несмитовом фокусе 33 см рефлектора (с сурьма-цезиевым фотоумножителем). Наблюдения велись с желтым и синим фильтрами (527 мкм и 381 мкм). Учет атмосферного ослабления света производился со средним значением фактора экстинкции. Звездой сравнения служила звезда $BD+41^\circ 105$. Фазы вычислялись по элементам:

$$\text{Max} = 2434604^d.958 + 0^d.1249078 E.$$

Наблюдения приведены в таблице 1, где столбцы $\Delta m_{жк}$ и Δm_c соответствуют измерениям в желтом и синем фильтрах.

Таблица 1

ID_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	ID_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c
2436548 ^{0.224}	0 ^m .098	0 ^m .020	404	335	217
236	216	080	409	337	101
247	198	149	417	318	153
271	230	146	421	324	108
301	204	108	427	232	094
317	130	010	433	148	026
347	206	049	438	241	052
372	050	256	443	207	013
549,216	078	-0.061	449	126	-0.021
230	160	-0.012	454	144	-0.025
242	204	0.092	459	192	-0.052
255	240	100	465	180	-0.038
270	282	177	224 373	205	0.131
282	160	072	378	234	116
309	252	104	384	235	140
37221,227	168	-0.014	390	254	143
232	170	-0.034	395	348	142
238	155	-0.040	402	361	194
243	147	0.028	407	0 ^m .332	0 ^m .205
249	190	026	413	328	143
254	154	030	418	265	100
260	170	079	423	274	107
265	206	062	429	266	112
271	312	120	435	299	-0.010
277	314	190	440	303	0.050
283	306	162	446	176	-0.040
288	358	178	451	132	0.016
294	0 ^m .318	0 ^m .177	456	0 ^m .204	0 ^m .076
299	270	194	462	156	-0.113
309	186	076	470	138	-0.042
316	236	080	477	150	-0.022
322	252	088	483	148	0.064
327	134	-0.014	488	123	-0.012
333	220	0.015	494	176	0.050
223,375	353	220	499	210	101
398	290	182			

Наши наблюдения также показали изменение амплитуды блеска. Наш материал дал нам возможность построить средние кривые изменения блеска и цвета.

Наблюдения, объединенные в нормальные точки, представлены в таблице 2, первый столбец которой содержит среднее значение фазы, четвертый—разность цвета для звезды сравнения и переменной, а пятый—число наблюдений, вошедших в нормальные точки.

Таблица 2

$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}_{\text{ж}}$	$\bar{\Delta m}_c$	$\bar{\Delta C}$	n	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}_{\text{ж}}$	$\bar{\Delta m}_c$	$\bar{\Delta C}$	n
0 ^r .0383	0 ^m .330	0 ^m .178	-0 ^m .153	6	0 ^r .5994	0 ^m .156	-0 ^m .004	-0 ^m .149	5
1135	291	137	154	6	6590	116	0.014	107	4
1944	261	122	122	5	7154	169	030	139	5
2658	230	062	150	5	7820	178	122	114	6
3374	216	053	166	7	8297	244	126	117	4
4085	133	011	145	4	8990	233	112	132	4
4904	172	029	200	6	9710	292	161	126	4

Применив метод Весселинка, мы попытались определить радиус СС Андromеды и оценить его изменение. Для этого мы сопоставили средние кривые блеска и цвета, построенные нами, и наблюдения лучевых скоростей, полученные Вильсоном и Уокером в 1953—54 гг. На основе этих наблюдений лучевых скоростей нами построена средняя кривая, которая приводится в таблице 3, второй столбец которой содержит средние лучевые скорости, а третий—число наблюдений, вошедших в нормальные точки.

Таблица 3

$\bar{\varphi}$	$V \frac{\text{км}}{\text{сек}}$	n	$\bar{\varphi}$	$V \frac{\text{км}}{\text{сек}}$	n
0.043	-16.3	5	0.538	-1.7	4
144	-14.1	3	714	0.7	5
250	-11.7	3	834	-8.3	3
389	-3.6	4	927	-12.4	3

Нормальные точки и полученные на их основании кривые изменения блеска, цвета и лучевых скоростей приводятся на рис. 1.

Как мы уже отметили, для определения радиуса звезды мы применили способ Весселинка.

Функцию $\bar{V} = P = \frac{2}{3}$, P —множитель, учитывающий потемнение краю) мы разложили в ряд Фурье:

$$\bar{V} = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos 2\pi n \varphi + b_n \sin 2\pi n \varphi). \quad (1)$$

Коэффициенты Фурье приводятся в таблице 4.

Таблица 4

$a_0 = -5.33$	$b_1 = -2.94$
$a_1 = -5.43$	$b_2 = 0.00$
$a_2 = -0.33$	$b_3 = 0.50$
$a_3 = 0.17$	$b_4 = 0.00$
$a_4 = 0.33$	$b_5 = -0.06$
$a_5 = -0.23$	$b_6 = -0.17$

Затем, для получения смещения поверхности D ($D = \int V dt$) мы провели почлененное интегрирование. Для определения значения D мы получили следующее выражение:

$$D = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n \sin 2\pi n \varphi + b_n (1 - \cos 2\pi n \varphi)}{n}. \quad (2)$$

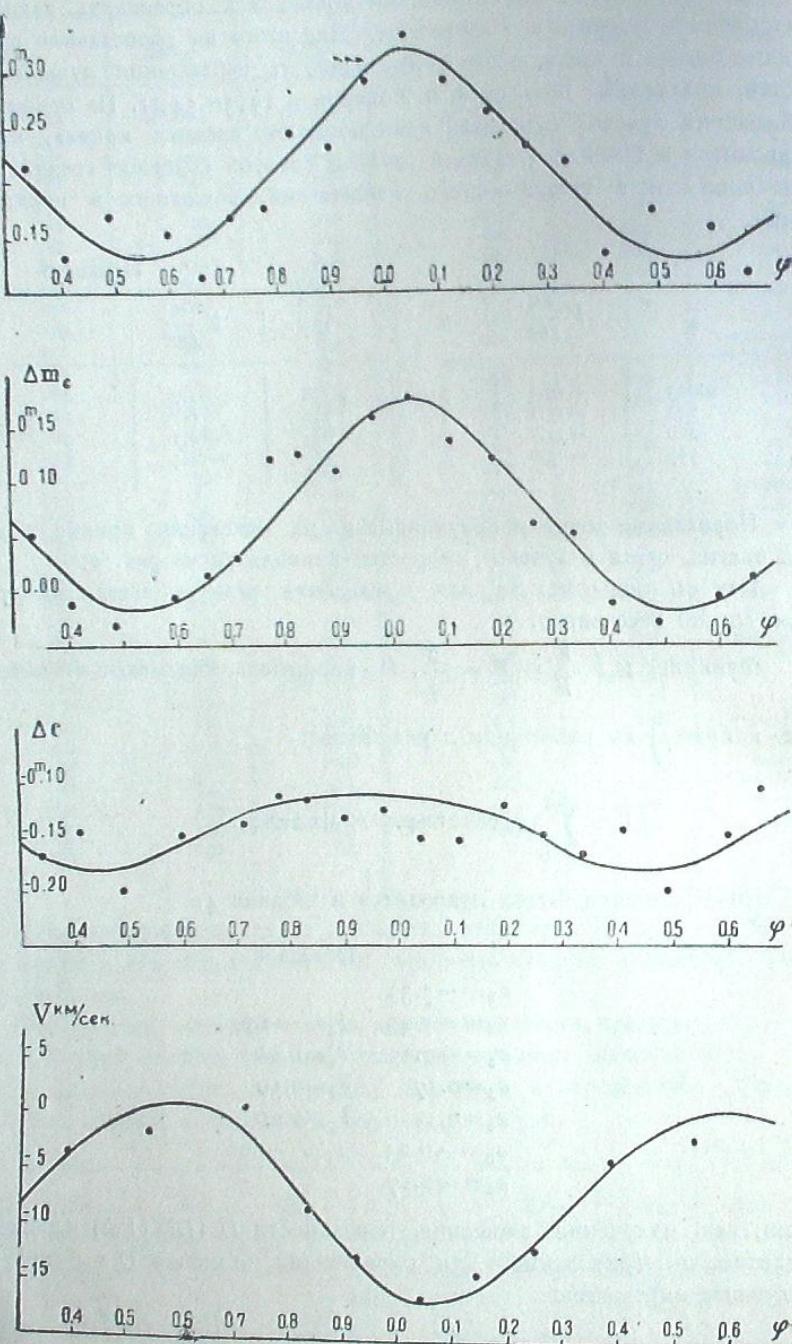


Рис. 1

Величину смещения D мы определили для 25 значений фаз, которые приведены в таблице 5, а кривая смещения и нормальная кривая лучевых скоростей приведены на рис. 2.

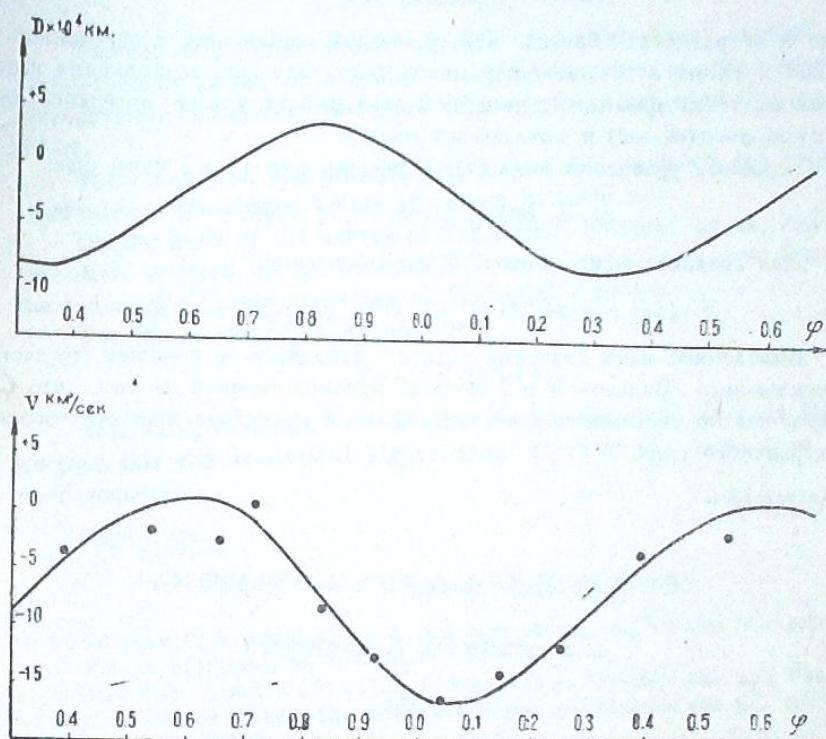


Рис. 2

Таблица 5

φ	$D \times 10^4 \text{ км}$								
0.00	0.0	0.20	-7.3	0.40	-8.3	0.60	-2.11	0.80	3.8
0.4	-1.6	24	-8.2	44	-7.3	64	-0.1	84	3.7
0.8	-2.9	28	-8.6	48	-6.1	68	0.4	88	3.1
1.2	-4.2	32	-8.8	52	-5.0	72	1.8	92	2.5
1.6	-5.7	36	-8.9	56	-3.6	76	3.0	96	1.5

Для определения среднего значения радиуса звезды мы решили систему условных уравнений вида:

$$\frac{1}{2a+1}(m+m') + \frac{2}{2a+1} \cdot \frac{\lg e}{R/P} D + \text{const} = m' - m. \quad (3)$$

относительно неизвестных:

$$\frac{1}{2a+1}, \frac{2}{2a+1} \cdot \frac{\delta \lg e}{R/P} \text{ и const,}$$

где m и m' разности блеска между звездой сравнения и переменной в желтых и синих лучах, $m' - m$ разность цвета для звезды сравнения и переменной, a — коэффициент линейной зависимости между поверхностной яркостью $\sigma = a(m' - m)$ и показателем цвета.

Условные уравнения вида (3) составлены для 25 значений фаз:

$$0^{\circ}.00, 0^{\circ}.04, 0^{\circ}.08, \dots, 0^{\circ}.96.$$

Для среднего радиуса мы получили значение:

$$\bar{R} = (243.27 \pm 26.22) \cdot 10^4 \text{ км т. е. } \bar{R} = 3.5 R_{\odot} \pm 0.4 R_{\odot}.$$

Выведенное нами значение радиуса находится в хорошем согласии с высказанным Вильсоном и Уокером предположением о том, что *CC* Андromеды по светимости ярче звезд главной последовательности того же спектрального типа.

Август, 1961.

ანდრომედას *CC*-ს რადიუსის განსაზღვრა

6. მალაშვილი, ი. კუმშიშვილი

(რეზუმე)

ანდრომედას *CC*-ს ფოტოელექტრული დაკვირვებები ვაწარმოეთ 1958 და 1960 წწ., ორ პერიოდში აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის საგარსკვლავო ელექტროფოტომეტრით ყვითელ და ლურჯ ფილტრებში.

შესადარ ვარსკვლავად გამოყენებული იყო ვარსკვლავი *BD+41° 105*. 1 ცხრილში მოცემულია ცალკეულ დაკვირვებათა შედეგები, ხოლო მე-2 ცხრილში ნორმალური წერტილები.

ჩვენ შევცადეთ, მიღებული სიკაშვაშისა და ფერის ცვალებადობის მრუდებისა და ვილსონისა და უოკერის მიერ 1953—54 წწ. მიღებული სხივური იჩქარების საფუძველზე, ვესელინქის მეთოდით, გაგვესაზღვრა ანდრომედას *CC*-ს რადიუსი.

საშუალო რადიუსისათვის ჩივილეთ მნიშვნელობა:

$$\bar{R} = 3.5 R_{\odot} \pm 0.4 R_{\odot}.$$

ჩვენს მიერ მიღებული რადიუსის მნიშვნელობა ადასტურებს ვილსონისა და უოკერის მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ რესელის დიაგრამაზე ეს ვარსკვლავი უფრო მაღლა თავსდება ვიდრე იმავე სპექტრული ტიპის მთავარი მიმდევრობის ვარსკვლავები.

აგვისტო, 1961.

THE DETERMINATION OF RADIUS OF *CC ANDROMEDAE*

N. L. Magalashvili, I. I. Kumsishvili

(Summary)

Photoelectric observations of *CC And* had been carried out in 1958—1960 by means of a stellar electrophotometer of the Abastumani Astrophysical observatory in yellow ($\lambda_{eff}=527 \text{ m}\mu$) and blue ($\lambda_{eff}=381 \text{ m}\mu$) filters.

The comparison star was *BD+41° 105*. Table 1 shows the results of observations; the normal points are given in table 2.

On the basis of the curves of variability, obtained by us, and radial velocities, reduced by Walker and Wilson in 1953—1954, we determined the radius of *CC And* according to Wesselink's method.

For the mean radius we obtained:

$$\bar{R} = 3.5 R_{\odot} \pm 0.4 R_{\odot}.$$

This value confirms the Walker's consideration, that on Russell's diagram this star is situated higher, than those of the same type of the main sequence.

August, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lindblad P. O. and Eggen O. J. A New Short-period Variable Star: *BD+41° 119* Pub. A. S. P. 1953, **65**, 291—292.
2. Wilson O. C. and Walker M. F. Simultaneous Spectrographic and Photometric Observations of the Short-period Variables *S Phoenicis* and *CC Andromedae* Aph. I, 1956, **124**, 325—341.
3. Fitch W. S. The Light-variation of *CC Andromedae*. Aph. J. 1960, **132**, 701—715.

ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВЕЗДЫ ν ЭРИДАНА*

Я. И. КУМСИШВИЛИ

Глава I

Обзор работ по исследованию переменных звезд типа β Цефея Постановка задачи настоящего исследования

§ I. Введение. Результаты исследования переменных звезд играют важную роль в познании вопросов строения и развития звезд. Последовательное изучение процессов, происходящих в атмосферах и в недрах переменных звезд, позволяет расширять наши представления о физическом строении звезд вообще. Исследование трудно наблюдаемых тонких эффектов как в колебаниях блеска, так и в спектрах переменных звезд делает возможным всестороннее и глубокое изучение физических характеристик и приводит к объяснению механизма процессов, протекающих в них. Ряд характерных особенностей переменных звезд как-то: простота методики их обнаружения и более тонкой классификации, четко выраженные связи «период — светимость» и «период — спектр» для большинства переменных звезд, весьма высокая светимость, дающая возможность обнаружить их и в ближайших соседних звездных системах, и др. ставят переменные звезды в особое положение сравнительно с постоянными звездами каких-либо определенных физических категорий.

Переменные звезды принято делить на три основных класса: пульсирующие или, как их часто называют, переменные звезды «большой последовательности», эruptивные и затменно двойные переменные.

Группу переменных звезд, меняющих свой блеск в силу пульсации или сходных физических процессов, присущих самой звезде, называют пульсирующими переменными звездами или переменными «большой последовательности» [II].

Переменные звезды «большой последовательности» весьма разнообразны по своим характеристикам, но они объединены общей зависимостью «период-спектр». По определению Б. В. Кукаркина [2] переменные звезды «большой последовательности» разделяются на следующие основные типы: 1. Полуправильные и неправильные переменные; 2. Переменные типа Мирры Кита; 3. Переменные типа RV Тельца; 4. Долгопериодические цефеиды; 5. Короткопериодические цефеиды.

Здесь мы не будем описывать каждый из перечисленных типов переменных звезд, коснемся лишь короткопериодических цефеид, так как

*) Статья представляет собой основу кандидатской диссертации автора.

по своим характеристикам они больше подходят к изучаемой нами звезде типа β Цефея, и, кроме того, обнаруженный в короткопериодических цефендах эффект Блажко характерен и для звезд типа β Цефея.

Короткопериодические цефены, принадлежащие к упомянутому классу звезд, характеризуются хорошо выраженной периодичностью изменения блеска. Периоды изменения блеска короткопериодических цефенов заключены в пределах от 88 минут до 1,5 дня. Амплитуды изменения блеска — около одной звездной величины. Многие короткопериодические цефены явились объектами самых разнообразных, зачастую очень тонких, физических исследований. Работы, посвященные объектам этого типа, содержат исследования общих закономерностей спектров, лучевых скоростей, собственных движений и других характеристик.

В 1907 году С. Н. Блажко в статье «Сообщение о переменных звездах» [3] писал, что моменты максимумов и минимумов звезды 87. 1906 Dra (η W Дракона) не могут быть представлены постоянным периодом, а подвержены периодическим изменениям; в той же статье автор привел для вычисления моментов максимумов формулу, в которую входит периодический член с периодом 41,6 суток.

В 1924 году С. Н. Блажко [4] еще раз обратил внимание на изменение периода и формы кривой блеска переменной η W Дракона. Исследование тысячи наблюдений этой звезды, которые были получены в 1906, 1908 и 1910 гг. привело С. Н. Блажко к следующим заключениям: 1) период переменной, т. е., промежуток времени между двумя последовательными максимумами, не постоянен: он правильно меняется в течение периода в 41,5 дня. 2) Кривая блеска переменной тоже не постоянна: она правильно меняется, так же как период, в течение 41,5 дня.

Исследование переменной XZ Лебедя, выполненное С. Н. Блажко [5] в 1926 г., показало, что ее период меняется периодически, с периодом в 57,4 дня, причем с таким же периодом меняется и форма кривой блеска. Оказалось, что у η W Дракона эти особенности обнаруживаются с большей определенностью, чем у XZ Лебедя. С. Н. Блажко писал тогда: «до настоящего времени, кажется, только эти две переменные звезды типа Цефенов исследованы в этом отношении, и пока нельзя сказать являются ли они исключениями, или же, может быть, лишь более резкими примерами общего правила. Возможно, что у других звезд этого типа, которые имеют правильно меняющийся период, окажутся, при более точном исследовании, и правильно меняющиеся кривые блеска». Действительно оказалось, что явление периодического изменения формы кривой блеска, впервые обнаруженное С. Н. Блажко, характерно для многих короткопериодических цефенов. Вполне возможно, что этот эффект — «эффект Блажко», как его называют в насторожнее время, характерен для всех короткопериодических цефенов и, что он пока исследован только у тех звезд, для которых достигает значительной величины, доступной для наблюдений.

В 1939 г. С. Н. Блажко [6] исследовал переменную Геркулеса, которая также показала изменение периода и формы кривой блеска. По исследованию Балаш и Детре [7] период изменения периода AR Геркулеса составляет 31,5 дня. Сильно меняется также амплитуда изменения блеска от $0^m.9$ до $1^m.77$.

В 1940 г. Д. Я. Мартынов [8] обнаружил интересные закономерности в изменениях блеска У Малого Льва. Максимальный блеск этой

звезды меняется с тридцатиреходневным периодом и изменение амплитуды происходит от $0^m.9$ до $1^m.9$. Для этой звезды не было обнаружено изменений периода, синхронных с тридцатиреходневной периодичностью перемены амплитуды.

В. П. Цесевич провел исследование нескольких короткопериодических цефенов с целью изучения изменения периода и формы кривой блеска [9, 10, 11]. Для объяснения причин, вызывающих эффект Блажко, В. П. Цесевич высказал предположение, что в разных направлениях Цефенда пульсирует неодинаково, вращаясь вместе с тем вокруг оси. Период пульсации соответствует основному периоду изменения блеска звезды, а период вращения — периоду изменения формы кривой блеска. В настоящее время «эффект Блажко» еще не получил окончательного объяснения.

Звезда ν Эридана, которую мы исследовали электроколориметрически в 1951—1958 гг. также характеризуется изменением как формы кривой блеска, так и амплитуды. Мы обнаружили также и изменение цвета этой звезды.

§ 2. История изучения звезд типа β Цефея. Звезды типа β Цефея или, как их часто называют, звезды типа β Большого Пса представляют немногочисленную, но весьма интересную группу звезд. Это — очень однородная группа пульсирующих гигантов, блеск которых меняется в пределах порядка $0^m.1$ а лучевые скорости — в пределах 70 км/сек; периоды же изменений блеска и лучевых скоростей заключены в пределах от $0^m.1$ до $0^m.3$; спектральные подклассы B1—B3; классы светимости — III—IV. В отличие от цефенов, максимум блеска соответствует фазе наибольшего сжатия звезды согласно пульсационной гипотезе [12].

В 1902 г. Фрост [13] получил спектры звезды β Цефея и обнаружил, что ее лучевая скорость меняется. После этого Фрост в течение 4-х лет усердно продолжал свои наблюдения и пришел к выводу, что период изменения лучевых скоростей составляет 4 ч. 34 м. 11 с. и, что кривая изменения лучевых скоростей почти симметрична. Амплитуда составляет 34 км/сек. Наименьший период известных до этого спектрально двойных звезд 1,45 дня (μ Скорпиона, V Кормы). На основе кривой изменения лучевых скоростей Фрост вычислил орбиту. Радиус орбиты β Цефея оказался чрезвычайно малым — 45000 км.

В то время еще не было известно, что блеск β Цефея меняется. В 1913 году Гутник [14] фотоэлектрически обнаружил, что блеск β Цефея меняется с амплитудой $0^m.05$ с таким же периодом, как и лучевая скорость, хотя при этом кривая блеска не была похожа на кривую затменной переменной. Проблема β Цефея в течение ряда лет оставалась нерешенной.

Фрост занялся систематическим исследованием звезд с переменными лучевыми скоростями.

Вторая открытая звезда этой группы — это σ Скорпиона. В 1904 г. Слейфер [15] обнаружил, что лучевая скорость этой звезды меняется. Позднее, в 1916 г. Селга [16] определил период изменения лучевых скоростей этой звезды. Он оказался равным 5,9 ч.

Третьим представителем этой группы звезд является β Большого Пса, для которых Альбрехт [17] в 1908 году нашел, что лучевая скорость меняется, а в 1910 г. он же получил значение периода, несколько превышающее 6 ч. В 1906 г. Стеббинс [18] по фотоэлектрическим наблюдениям обнаружил изменения блеска σ Скорпиона, с амплитудой

От 03.а в 1928 им же было обнаружено изменение блеска в Большого Пса [19]. В 1912 г. Адамс подметил изменение лучевых скоростей 12-ой Ящерицы, а Юнг нашел его период в 4.6 ч. Стеббинс обнаружил изменение блеска этой звезды.

Как известно, для спектрально двойных звезд типов *O*, *B*, *A* амплитуда изменения лучевых скоростей в среднем быстро увеличивается при уменьшении периода, но это продолжается до тех пор, пока период не достигнет значения 1.3 суток; для периодов меньших этого значения амплитуда уменьшается.

Как отмечает в своем интересном исследовании Струве [20], это может означать только одно: звезда β Цефея и ей подобные звезды не являются двойными, они похожи более на цефенды, но отличаются от них малой амплитудой изменения блеска. Почти все представители этой группы обнаруживают неправильности как в изменении лучевых скоростей, так и в изменении блеска.

Струве считает, что обозначение этой группы звезд β Большого Пса, который ввел Анрото, исторически не оправдано, так как, без сомнения, первой и наиболее типичной представительницей этой группы являлась β Цефея.

Значительную работу для изучения звезд типа β Цефея выполнил Анрото [21, 22] в 20-х годах текущего столетия. Он обнаружил, что амплитуда кривой лучевых скоростей β Большого Пса подвержена изменениям, но он не смог найти закона, по которому меняется амплитуда. Еще важнее было его сообщение о поведении спектральных линий этой звезды. Как он отмечал, ширины спектральных линий периодически менялись: они то становились узкими, то расширялись и расплывались; причем эти изменения происходили с периодом, почти равным периоду изменения лучевых скоростей, а именно 0⁰.25±0. Он не смог найти причины этих изменений. Спектральные и фотометрические наблюдения, выполненные в 20-х годах, показали, что лучевые скорости и блеск для этой группы звезд меняются с одинаковым периодом.

В 1928 г. Анрото [23] опубликовал список 29 звезд типа β Цефея (или заподозренных). Он указывал, что для звезд типа β Цефея характерны:

1. Весьма короткопериодические изменения лучевых скоростей, часто сопровождаемые параллельным, небольшим изменением блеска.

2. В большинстве случаев имеет место также изменение амплитуды короткопериодической кривой лучевой скорости; изменения, которые находят также в кривой блеска. Например, это явление отмечено в случае 12 Ящерицы. Изменения того же характера, в начале считавшиеся неустойчивыми, имеют место и в случае δ Кита.

3. Во многих случаях долгопериодическое изменение лучевой скорости указывает на то, что звезда движется по орбите с тем же периодом. Упоминавшиеся изменения амплитуды являются, без сомнения, функцией положения звезды на орбите. Иногда короткопериодические изменения не постоянны, что может быть реальным или кажущимся следствием движения по орбите. Но само это изменение не может быть приписано орбитальному движению.

4. Ширина и интенсивность спектральных линий меняются с постоянным периодом, который почти равен короткому периоду колебания лучевой скорости. Все изменения сходны с изменениями, происходящими в звездах типа *RR* Лиры. В большинстве случаев эти звезды

сравнительно ярки и поэтому могут быть исследованы точно и детально спектрографом и фотоэлектрически.

В 1934 г. Мейер [24] исследовал β Большого Пса по спектроскопическим наблюдениям, которые были получены Анрото и им в разные годы. Он обнаружил, что:

1. Амплитуда кривой лучевых скоростей этой звезды меняется приблизительно от 3 до 20 км в течение периода 49.1 дня.

2. Кривая лучевых скоростей может быть представлена как сумма двух гармонических колебаний с мало отличными друг от друга амплитудами и периодами. Для периодов он получил значения: 6 ч. 2 м. и 6 ч. 0 м. Более длинный период совпадал с периодом указанным Анрото, — периодом, с которым расширялись спектральные линии.

Как на возможную физическую интерпретацию Мейер указывал на пульсацию, с периодом 6 ч. 2 м. и на существование массивного компонента, который вращается с периодом 6 ч. 0 м.

В 1936 г. Мур [25] опубликовал четвертый каталог спектрально двойных звезд. В этот каталог занесены 13 звезд типа β Цефея, а именно: δ Кита, γ Эридана, β Большого Пса, σ Скорпиона, Θ Змееносца, 12 Ящерицы, β Большой Медведицы, ξ Большой Медведицы, β Большой Медведицы, δ Щита, δ Орла, τ Лебедя, β Цефея. Из них только 6 имеют спектр *B*. Для этих звезд, на основе кривой изменения лучевых скоростей, Муром вычислены орбитальные элементы. Эти объекты занесены в таблицу звезд, для которых изменение лучевых скоростей вызвано не орбитальным движением, а другими причинами. Мур отмечает, что орбитальные элементы, несмотря на то, что они выведены по кривой изменения лучевых скоростей, имеют значение лишь в смысле удобного описания формы кривых лучевых скоростей. Так что, эти звезды, возможно, могут быть отнесены в общем смысле к пульсирующим звездам.

В 1938 г. Пейн-Гапошкина и С. Гапошкин [26] в своей монографии «Variable stars» отнесли к типу β Цефея 30 звезд, при этом 13 из них — не совсем уверенно. В 1941 году Струве и Свингс [27] подробно исследовали группу звезд типа β Цефея на основе спектров, полученных на Мак-Дональдской обсерватории, и пришли к заключению, что к этой группе достоверно можно отнести только лишь четыре звезды: β Цефея, σ Скорпиона, β Большого Пса и 12 Ящерицы. Суммируя свои результаты они заключают, что:

1. Изменение скорости, вероятно, не чисто атмосферное явление. Иначе было бы непонятно, почему периоды настолько сходны, а спектры так различны по характеру.

2. Изменения связаны только с ее разреженной атмосферой. Разумеется, β Цефея не показывает ничего подобного этому, хотя изменения были обнаружены в 12 Ящерицы.

3. Небольшие колебания блеска указывают скорее на внутренний процесс, нежели на эффект движения двойной звезды.

4. Существование медленного изменения в средней лучевой скорости — у может указывать на движение двойной, но в этом предположении нет уверенности.

5. Связь между кривыми блеска и скорости определенная и отличаясь от связи в случае истинной цефенды, она имеет некоторое сходство с ней.

В частности, максимум блеска всегда наступает вскоре после фазы максимального сжатия.

Известный сдвиг на $\frac{1}{4}P$, наблюденный в нормальных цефеидах, в данном случае сильно уменьшен.

В 1950 г. Струве [28] исследовал звезду β Большого Пса на основе спектров, полученных на Ликской Обсерватории между 1904 г. и 1948 г. Струве характеризует кривую лучевых скоростей звезды тремя периодами: $P_1=0.25002246$ дня и $K_1=5.8$ км/сек. (относящиеся к лучевым скоростям); период P_1 постоянен за весь интервал наблюдений, P_2 , относящийся к изменению ширины линии, меняется от 0.2513015 до 0.2513003 дня с соответствующим изменением в K_2 от 4.2 до 2.0 км/сек, наконец, P_3 — период биения периодов P_1 и P_2 изменяется от 49.09 до 49.17 дня.

Вопрос о причине, вызывающей изменение блеска и лучевых скоростей звезд типа β Цефея, в настоящее время является открытым. Многочисленные явления, которыми характеризуется переменность лучевых скоростей и блеска этих звезд, до сих пор не получили объяснения. Только эффект пульсации не может объяснить поведение кривых лучевых скоростей и блеска. Среди звезд типа β Цефея мы встречаемся с такими звездами, у которых существует два, и возможно, больше периода изменения лучевых скоростей; меняется также форма кривой лучевых скоростей. Из этого класса звезд те, которые изучены также и фотометрически, показывают изменение блеска. При этом оказывается, что изменяются и амплитуда и форма кривой блеска. В указанной выше работе Струве, для объяснения природы звезд типа β Цефея, высказал предположение о сочетании пульсации с двойственностью. Он попытался рассмотреть эти звезды как тесные пары, предположив, что невидимый спутник пары является белым карликом. Он допускал, что P_1 представляет орбитальный период спутника, в то время, как P_2 соответствует пульсации, которая вызывается спутником в атмосфере главной звезды. При этом затмение не происходит. Как отмечает Струве, периоды P_1 и P_2 не характерны для всех звезд этого типа: β Цефея показывает только P_1 ; HD 199140 показывает оба P_1 и P_2 периода. 12 Ящерицы, обнаруживает также оба P_1 и P_2 периода. Это может означать, что отношение амплитуд, которые соответствуют P_1 и P_2 , для разных звезд очень сильно отличаются.

Суммарная амплитуда K_1+K_2 изменяется в широких пределах; она может быть так мала как 2 км/сек (в случае β CMa) или достигать 60 км/сек (в случае HD 199140). Обычно блеск этих звезд меняется, но кривые блеска не показывают эффекта затмения.

Струве и его сотрудниками было предпринято с 1950 г. систематическое исследование звезд типа β Цефея, так как Струве считает, что для объяснения сложных характеристик этих звезд недостаточны спорадические наблюдения, которые не дают новых данных. Это исследование продолжается до настоящего времени.

Параллельно со спектроскопическими исследованиями выполняются также фотоэлектрические измерения этих звезд, главным образом, в Утрехте Де Ягером и на Mount Stromlo (Австралия) Хоггом.

В течение последних лет были выполнены многочисленные исследования переменных звезд типа β Цефея. Развитие фотоэлектрических наблюдений привело к открытию значительного числа переменных звезд, существенно отличающихся по своим характеристикам от переменных звезд типа β Цефея. В общем каталоге переменных звезд Б. В. Кукар-

кина и П. П. Паренаго содержится 6 звезд типа β Цефея. В IV, V, VI и VII Дополнения были внесены еще 8 звезд этого типа.

В VI Дополнении был введен новый тип переменных звезд, некоторые представители которого раньше относились к типу β Цефея. По предложению авторов (Б. В. Кукаркин, П. П. Паренаго, Ю. И. Ефремов, П. Н. Холопов) этот тип переменных звезд был назван типом α^2 Гончих Псов, по имени наилучшим образом изученного представителя. Эти звезды обозначаются символом α CV. В настоящее время известны 9 переменных данного типа. Этот новый тип переменных так характеризован в упомянутом каталоге: «К типу α CV относятся спектрально-двойные звезды спектрального класса A_p , в спектрах которых усилены линии кремния, стронция, хрома и редкоземельных элементов. Интенсивность этих линий меняется с периодом, равным периоду изменения блеска звезды. Блеск меняется в пределах, обычно не превышающих $0^m.1$, причем амплитуда его изменения больше в визуальных лучах, чем в фотографических. Периоды заключены в пределах от 1^d до 25^d , звезды этого типа являются более голубыми в минимуме блеска».

В 1941—1942 гг. на Абастуманской обсерватории В. Б. Никоновым и Э. С. Бродской [29] выполнено фотоэлектрическое исследование звезды α^2 Гончих Псов. Эти наблюдения с полной убедительностью подтвердили наличие изменений как блеска, так и цвета α^2 Гончих Псов. Упомянутые авторы особо отмечают, что в максимуме блеска звезда желтее, чем в минимуме. Таким образом, изменение цвета противоположно тому, что имеет место в цефеидах и долгопериодических переменных, находясь в противоречии с теорией пульсации звезд.

Звезда δ Шита сравнительно хорошо изучена. В 1915—1937 гг. на Ликской обсерватории Фат [30, 31] исследовал эту звезду фотоэлектрически. Он обнаружил, что амплитуда изменения ее блеска меняется. Им же было обнаружено, что у этой звезды имеется второй период. В 1939 г. были предприняты непрерывные координированные фотоэлектрические наблюдения этой звезды, в которых принимала участие также и Абастуманская астрофизическая обсерватория [32].

Струве [20] окончательно относит к группе звезд β Цефея 10 звезд, считая кроме того 6 звезд заподозренными в переменности этого типа. В указанной работе приведена таблица, содержащая список этих звезд с указанием периода или периодов изменения лучевых скоростей и блеска для каждой звезды, амплитуды лучевых скоростей и наибольшей амплитуды изменения блеска, спектрального класса вместе с классом светимости, цвета звезд выраженного в системе $B-V$ и, наконец, визуальной абсолютной величины. Мы воспроизводим здесь эту таблицу.

Звезды расположены в порядке уменьшения периодов. Первая звезда имеет период 6 часов, последняя 3.5 часа. Половина этих звезд показывает два периода, в то время как остальные имеют только один период.

Самую большую амплитуду лучевых скоростей и блеска показывает BW Лисички, период которой значительно меньше периодов β Большого Пса и σ Скорпиона. Обнаруживается также зависимость между периодом и абсолютной величиной, с одной стороны, и цветом, с другой. Эта зависимость показана на диаграмме цвет абсолютная величина (рис. 1).

На рис. 1 видно, что последовательность звезд типа β Цефея начинается немного раньше спектрального класса VI , около визуальной аб-

солнечной величины — 4,5, опускается вертикально около — 4,0, поворачивает направо и сливается с главной последовательностью около абсолютной величины — 2,8 и спектрального класса B2. Вопрос — относятся ли все звезды заштрихованной области к типу β Цефея — еще не ясен.

Таблица 1

Звезда	P_1	P_2	$2K_1, 2K_2$ км/сек	Δm_1	Δm_2	Спектр, класс	Цвет	M_V
β CMa	6ч.0м. 5 44 или 0 7	6ч2м 5 55	12 15	6 100	0 ^m .03 —	B1P-III 0 ^m .08 B1V	-0.280 -4 ^m .7 -4.3	
ϵ CMa	—	—	36	—	0.01 или 0.45	—	B1IV	-0.280 -4.2
BW Vul	—	4 49	—	150	—	0.19-0.26	B2III	-0.270 -4.1
12 DDLac	4 44	4 38	15	36	0.042	0.074	B2III	-0.265 -4.1
BCep	4 34	—	18-46	—	0.02	—	B2III	-0.275 -4.1
γ Eri	4 16	4 10	22	49	0.067	0.114	B2III	-0.255 -4.1
16 EN Lac	4 6	4 4	4	30	0.035	0.055	B2IV	-0.260 -3.3
β Et	3 52	—	13	—	0.025	—	B2IV	-0.245 -3.3
γ Peg	3 38	—	7	—	0.015	—	B2IV	-0.240 -3.0

Пять звезд этой группы характеризуются интерференцией периодов. В случае β Большого Пса периоды отличаются друг от друга на 2 минуты. Большой период (период биения) немного больше 49 дней. Это самый длинный период в этой группе. Для других звезд этого типа период биения уменьшается до 7 дней. Все звезды этой группы, для которых имеется фотоэлектрический цвет, в максимуме блеска синее, чем в минимуме.

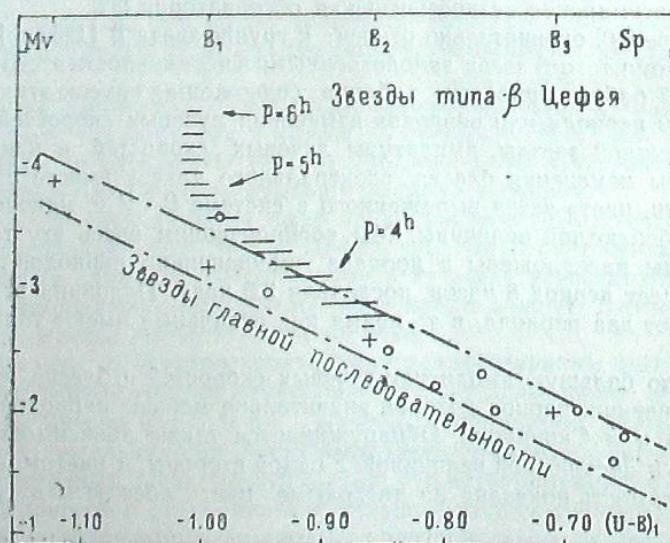


Рис. 1

Наблюденное изменение блеска радиально пульсирующей звезды есть результат двух эффектов: изменений радиуса и температуры звезды. Исследования, посвященные этим вопросам, были проведены на Ликской обсерватории Стеббинсом и Кроном [33] в 1954 году. Они наблюдали β Цефея в шести цветах (от ультрафиолетового — 353 мкм до инфракрасного — 1030 мкм) в течение двух ночей. На рис. 2 приведены их результаты.

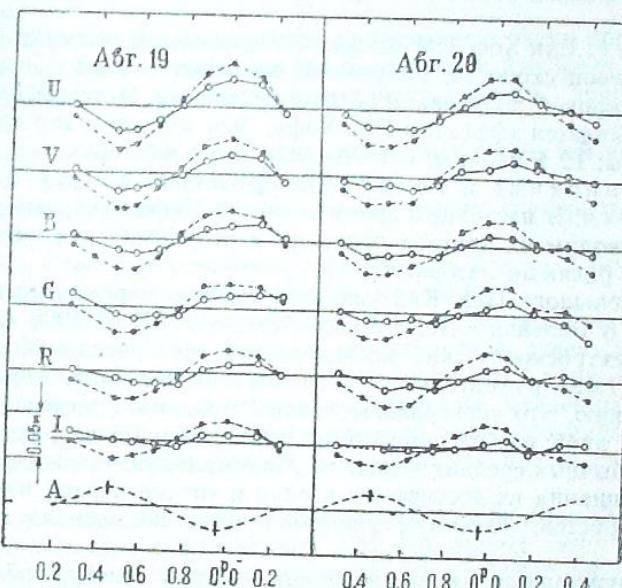


Рис. 2

Непрерывные кривые показывают зависимость между Δm и длиной волны. В максимуме блеска звезда синее.

Кривые блеска обнаруживают отставание этих максимумов при переходе от ультрафиолетовых лучей к инфракрасным. Подобное явление было найдено Стеббинсом [34] для звезд η Орла и δ Цефея. Сдвиг фазы для δ Цефея по Стеббинсу составляет 0.05 периода между 353 мкм и 1030 мкм. Таким образом, β Цефея показывает сдвиг фазы при переходе к длинным волнам, как это имеет место для Цефеид.

На рис. 2 кривая A представляет изменение блеска, вызванное только лишь изменением объема звезды. Эта кривая является результатом интеграции кривой лучевых скоростей. Когда вычитываем кривую A из каждой наблюдаемой кривой блеска для каждой ночи, получаем 6 кривых, которые относятся к изменениям только температуры. Эти кривые согласуются с формулой Планка только тогда, когда изменение радиуса равно $\Delta R = 5.24 \cdot 10^4$ км = 0.075 R_{\odot} , и в то же время амплитуда кривой A составляет $C^m.036$. Комбинация этих двух величин требует, чтобы $R = 9.0 R_{\odot}$ при температуре 23000° и β Цефея должна иметь визуальную абсолютную величину $M_V = -4^m.2$. А. В. Морган и П. Кинан [35] в 1951 г. по спектрам получили $-4^m.1$. Этот результат свидетельствует, что теория пульсации удовлетворительно объясняет переменность этой звезды.

Стеббинс и Крон обратили внимание на то обстоятельство, что β Цефея сравнительно простая звезда — она имеет только один период и не показывает изменения профилей линий. Теория пульсации может также объяснить переменность звезд ξ Большого Пса, γ Пегаса, δ Кита, которые также имеют один период и резкие спектральные линии. А вопрос — можно ли применить теорию пульсации для объяснения поведения остальных звезд этой группы, в настоящее время остается открытым.

В 1953 г. Ван-Хоф [36] открыл замечательное явление отставания кривой лучевой скорости, полученной на основе линий поглощения водорода, от кривой полученной по другим линиям. Этот эффект, который теперь называется эффектом Ван-Хофа, был найден и для других звезд этой группы: 12 Ящерицы, BW Лисички и σ Скорпиона.

§ 3. Описание и главные характеристики звезд типа β Цефея. В настоящее время к типу β Цефея уверенно относят 10 звезд. Приводим их краткое описание и результаты исследований, выполненных разными авторами.

1. β Большого Пса. Как уже отмечалось, переменность лучевых скоростей β Большого Пса открыл Альбрехт [17]. В 1908 г. В 1917—1918 гг. спектроскопическим исследованием этой звезды занимался Анрото [21]. После внимательного исследования спектров, Анрото пришел к заключению, что спектральные линии меняются: временами они суживаются, иной раз расширяются и становятся более расплывчатыми, чем при обычных средних условиях. Минимальная, так же как и максимальная, ширина их достигается в один и тот же период изменения лучевых скоростей; максимум наступает через полпериода после минимума.

Обнаруживается период изменения ширин спектральных линий, слегка отличный от периода изменения лучевых скоростей. Несомненно

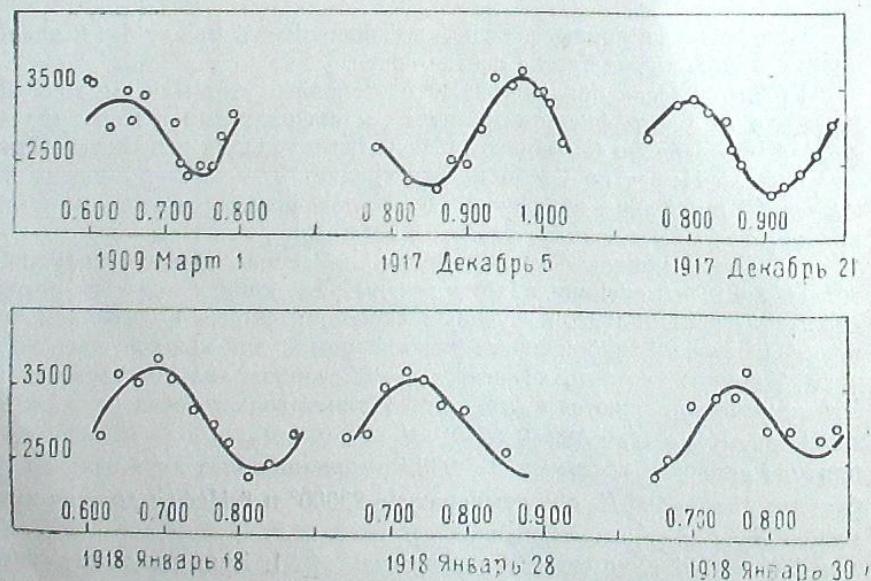


Рис. 3

имеется также изменение интенсивностей спектральных линий. Интересны кривые изменения ширин спектральных линий и соответствующие индивидуальные кривые изменения лучевых скоростей, полученные в 1918 г. Анрото. На рис. 3 приведены кривые изменения ширин спектральных линий.

Все кривые показывают аналогичные изменения. Анрото продолжил исследование β Большого Пса в 1922 г. [37] и получил следующие результаты.

- 1) Изменение лучевых скоростей происходит с очень короткой (около 6 часов) продолжительностью, о чём упоминал Альбрехт в 1908 году.
- 2) Значительное изменение в амплитуде кривой лучевых скоростей.
- 3) Максимумы отдельных кривых лучевых скоростей вероятно не могут быть связаны общим периодом.
- 4) Короткопериодические изменения ширин спектральных линий; $P_1=0^d 25130$.

В 1928 г. Стеббинс установил переменность блеска β Большого Пса и нашел амплитуду изменения блеска меньше 0.1.

В 1930—1932 гг. спектроскопическим исследованием этой звезды занимался Мейер [24]. Он показал, что изменение лучевых скоростей можно представить, как результат наложения двух кривых со слегка отличными амплитудами и периодами. Периоды, найденные Мейером, равны 6 ч. 00 м. и 6 ч. 02 м. Этот последний период совпадает с периодом, который был найден Анрото для изменения ширин спектральных линий.

В 1935 г. блеск звезды исследовал фотоэлектрически Фат [38] и нашел, что он меняется с амплитудой 0.03. Но, период этих изменений нельзя было точно определить из имеющихся наблюдений.

Как уже упомянуто выше, очень важное спектроскопическое исследование этой звезды принадлежит Струве. Он уточнил значения двух периодов изменения лучевых скоростей, полученных Мейером. А именно, он указал, что период $P_1=0^d 25002246$ представляет колебание лучевых скоростей с полуамплитудой $K_1=5.8$ км/сек, и что этот период остается постоянным для всего интервала времени, покрытого наблюдениями. Второй период $P_2=0.2513003$ представляет изменение контуров линий. Этот период меняется незначительно и его изменение связано с изменением амплитуды K_2 между 4.2 и 2.0 км/сек. Струве также нашел третий $P_3=49.1695$, который связан с первым и вторым соотношением:

$$\frac{1}{P_3} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2}.$$

2. σ Скорпиона, σ Скорпиона была объектом многочисленных спектроскопических исследований [39, 40, 41]. Как уже отмечалось, фотоэлектрическими наблюдениями Стеббинса [18] было установлено, что блеск звезды меняется, а на основании наблюдений Хогга, Готлиба, Симонова и Холла [42] была получена кривая изменения блеска.

На основе совместного рассмотрения кривых лучевых скоростей и блеска Леви [39] заключает, что минимум блеска совпадает с минимумом лучевых скоростей. Этот результат противоречит той зависи-

мости, которая имеет место для других представителей этой группы. Но надо отметить, что спектроскопические и фотометрические данные, которыми располагал Леви, были получены не одновременно. Для дальнейшего исследования этого соотношения Вилиамс и Струве [43] в 1954 г. предприняли одновременные спектроскопическое и электрофотометрическое исследования σ Скорпиона. Фотоэлектрические наблюдения были выполнены на Ликской обсерватории с помощью установленного на 12" рефракторе электрофотометра, в котором применен фотоумножитель IP21 и желтый фильтр с эффективной длиной волны 5300 Å. В результате исследования было установлено, что минимум блеска σ Скорпиона запаздывает на 0.051 относительно минимума лучевых скоростей.

Струве, Мак-Намар и Зебергс [40] заключили на основе спектроскопических исследований, что фундаментальный период для σ Скорпиона $P_2 = 0.246844$. Индивидуальные кривые лучевых скоростей показывают, что имеется длинный период в 8.0, который является результатом интерференций колебаний с периодами $P_1 = 0.255$ и $P_2 = 0.239$. Фундаментальному периоду соответствует $2K_2 = 110$ км/сек, а $P_1 - 2K_1 = 15$ км/сек.

3. ξ Большого Пса. Переменность лучевых скоростей этой звезды была открыта в 1907 г. Фростом [44]. Впоследствии она наблюдалась Аирото [45], который подтвердил переменность лучевых скоростей, и отнес ее к группе звезд типа β Цефея. Фотоэлектрически впервые эту звезду наблюдал Уокер [46] в 1951 г. В те две ночи, когда Уокер фотоэлектрически наблюдал ξ Большого Пса, звезда не обнаружила изменения блеска больше чем на 0°.01.

В 1952–53 гг. Мак-Намар [47] наблюдал эту звезду снова спектроскопически и вывел значение периода $P = 0.2096$. Затем фотоэлектрическое наблюдение было проведено Вилиамсом [48] на Ликской обсерватории. Он заключил, что блеск меняется и с таким же периодом, как и лучевые скорости.

4. BW Лисички. Переменность лучевых скоростей этой звезды была открыта Петри [49] в 1938 г., а переменность блеска по фотоэлектрическим наблюдениям — Хаффером [50]. Наблюдения последнего показали достаточную устойчивость световой кривой, и самую большую амплитуду изменения блеска (0.19–0.26) из известных звезд типа β Цефея. Недавно эта звезда исследовалась электрофотометрически Эгеном [51], В. Б. Никоновым и Е. К. Никоновой [52], Крафтом [53], Линдсом [54] и Струве [55].

Фотоэлектрические наблюдения В. Б. Никонова и Е. К. Никоновой выполнены на 200 миллиметровом менисковом телескопе обсерватории в Симеизе, при помощи звездного электрофотометра, снабженного фотоумножителем типа ФЭУ-17. При наблюдении применялись два светофильтра BG-25 и GG-7. Авторами построены средние кривые изменения блеска и цветового эквивалента. Они пришли к следующим заключениям. 1. Период Петри ($P = 0.2103$) требует уточнений. Для этого необходимо провести дополнительные наблюдения через некоторый достаточно продолжительный интервал времени. 2. Средние кривые в обоих фильтрах весьма сходны по форме. На восходящей ветви обеих кривых отчетливо выявляется некоторый горб, присутст-

ствующий и на индивидуальных кривых, однако, с несколько различными амплитудами и положениями. 3. Цветовой эквивалент звезды меняется со средней амплитудой порядка 0.04. При этом средние моменты максимумов изменения блеска и температуры звезды совпадают по времени.

5. 12 DD Ящерицы. DD Ящерицы была открыта на основании спектрографических наблюдений Адамом [56] в 1912 г. С тех пор наблюдалась многими исследователями и до настоящего времени представляет большой интерес.

Изменения ее блеска были обнаружены по фотоэлектрическим наблюдениям независимо друг от друга Стеббинсом [57] в 1917 г. и Гутником [58] в 1918 г.

Изменение амплитуды лучевых скоростей впервые открыл Юиг [59]. Большое исследование по лучевым скоростям DD Ящерицы выполнил Струве [60] в 1950 г.

В 1952 г. звезда DD Ящерицы наблюдалась С. В. Некрасовой [61] фотоэлектрически на Симеизской обсерватории. Полученные кривые блеска через желтый и синий фильтры показали, что их форма и амплитуда меняются от периода к периоду. Изменение амплитуд заключено в пределах приблизительно 0.14—0.06 в каждом фильтре. При этом более высоким максимумам обычно соответствуют глубокие минимумы и наоборот. Автор заключает, что кривая изменений цветовых эквивалентов, полученная по средним кривым, дает указание на существование незначительного изменения цвета, а следовательно и на некоторые температурные колебания у переменной DD Ящерицы.

В 1951—1952 гг. Де Ягер [62] выполнил фотоэлектрические наблюдения DD Ящерицы. На основе своих, а также и выполненных С. В. Некрасовой наблюдений Де Ягер вывел значения двух периодов $P_1 = 0.19308883$ и $P_2 = 0.197367$, которыми характеризуется эта звезда. Он сопоставил также кривые блеска, лучевых скоростей и цвета для обоих периодов P_1 и P_2 , которые приведены на рис. 4.

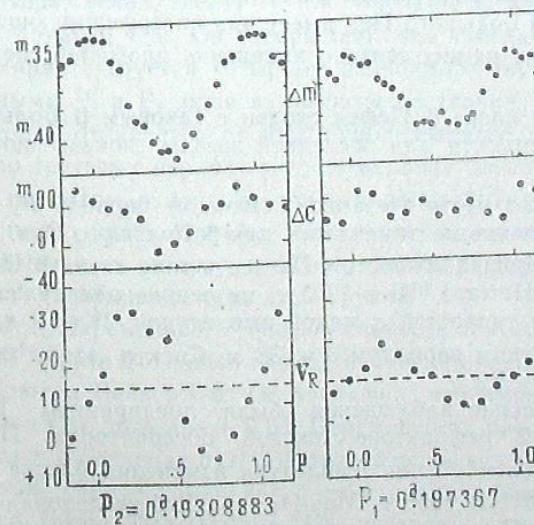


Рис. 4

На рис. 4 видно, что для обоих периодов в максимуме блеска звезды синее и этому моменту на кривой лучевых скоростей соответствует максимальное сжатие, если лучевые скорости интерпретировать как результат пульсации звезды. Самым важным результатом своего исследования Де Ягер считает тот факт, что упомянутые соотношения имеют место для обоих периодов. Отсюда он заключил, что оба компонента кривых лучевых скоростей и блеска должны иметь одинаковые объяснения; например, пульсацию, скажем, экваториальную и полярную, и вероятно не допустимо, чтобы один компонент, например, главный, интерпретировать как результат пульсации, а другой как результат орбитального движения, или как результат движения спутника вокруг главной звезды.

Де Ягер отмечает, что в отличие от классических цефеид для звезд типа β Цефея фазы звездной пульсации и переменности блеска не смешены относительно друг друга; это может быть объяснено тем, что здесь мы имеем дело со звездами главной последовательности, у которых атмосфера тоньше (наверно не толще 10^5 км), чем у цефеид, являющихся гигантами с очень расширенными атмосферами, в которых может возникнуть отставание фазы выходящей волны.

6. β Цефея. Первая звезда этой группы, открытая в 1902 г. Фростом [13] была β Цефея. Так как в то время Фрост не знал о переменности блеска β Цефея, то он даже не подозревал, что сделал очень важное открытие. Позже, в 1913 г. Гутник [14] фотоэлектрически обнаружил, что блеск β Цефея меняется с амплитудой $0^m.05$ с таким же периодом, как и лучевая скорость. В дальнейшем был выполнен ряд исследований этой звезды.

В 1950-52 гг. Струве и его сотрудники [63], выполнив спектральные исследования β Цефея, указали на то, что β Цефея несколько отличается от β Большого Пса. β Цефея имеет только один период P_1 и не показывает периодических изменений профилей спектральных линий. β Большого Пса имеет два интерферирующих периода P_1 и P_2 . Со вторым из них связано изменение профилей спектральных линий.

Спектральный класс β Цефея сходен с таковым β Большого Пса. Но, критерии светимости для последней звезды показывают низкую светимость.

В 1914 г. имело место внезапное изменение периода P_1 для β Цефея. Подобное явление не замечалось для β Большого Пса.

7. γ Пегаса. Принадлежность γ Пегаса к типу звезд β Цефея было установлено Мак-Намара [64] в 1953 г. на основе обнаруженной переменности лучевых скоростей с малой амплитудой $2K = 7$ км/сек, и с чрезвычайно коротким периодом 3 ч. 38 м. Спектр этой звезды принадлежит к классу B2.

Фотоэлектрические наблюдения были предприняты Вилиамсом [65] в 1953 г. на 12" рефракторе Ликской обсерватории. Применялся желтый фильтр $\lambda_{eff} = 500$ мк. Амплитуда изменения блеска этой звезды составляет $0.^m015$. В 1956 г. Мак-Намара [66] исследовал также лучевые скорости γ Пегаса. Эта звезда исследована пока недостаточно хорошо и надо отметить, что она является трудным объектом для ис-

следования из-за малых амплитуд изменения как блеска, так и лучевых скоростей. Максимум блеска наступает через 0.034 после максимума лучевых скоростей.

С июля по ноябрь 1957 года на звездном электрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории совместно с Н. Л. Магалашвили мы производили электрофотометрические наблюдения γ Пегаса в двух фильтрах [67].

Наши наблюдения показывают, что имеет место не только изменение блеска звезды но и переменность ее цвета. Амплитуда изменения блеска больше в желтых лучах (около 0.07), чем в синих (около 0.04). При этом оказывается, что в максимуме звезда желтее, чем в минимуме. Таким образом, изменение цвета противоположно тому, что имеет место в цефеидах и в звездах типа β Цефея, к типу которой отнесена и γ Пегаса.

8. 16 EN Ящерицы. Спектральную двойственность звезды 16 EN Ящерицы открыл Ли [68]. Струве и Бобровников [69] дали элементы спектральной орбиты. В 1950 г. Уокер [70, 71] на основе многочисленного ряда фотоэлектрических наблюдений причислил эту звезду к типу β Цефея с сильно меняющейся кривой блеска и переменной амплитудой от 0.06 до 0.11. Спектроскопическое исследование, проведенное в тот же период, принадлежит Струве и его сотрудникам [72]. Фотоэлектрическими наблюдениями Уокер подтвердил периоды, полученные Струве и его сотрудниками, т. е. $P_2 = 0.169165$ и $P_1 = 0.170845$, интерференция которых дает период биения $P_3 = 17.20$. Амплитуды этих двух изменений почти одинаковы.

На основании сравнения с кривыми лучевых скоростей Уокер заключает, что кривые блеска и лучевых скоростей находятся в «фазе», т. е. максимум блеска соответствует максимальное сжатие звезды, по теории пульсации. Изменение цвета звезды не обнаружено.

В 1951 году, зимой, звезду 16 EN Ящерицы электрофотометрически наблюдал Мичайка [73]. Он утверждает, что изменение блеска 16 EN Ящерицы характеризуется четырьмя периодами: двумя — короткими, почти равными P_1 и P_2 , один из которых постоянен и равен 0.161968 дням, а второй отличается от него приблизительно на 0.0016 дня (он вычислен по третьему периоду т. е. по периоду биения $P_3 = 17.6$ дня) и четвертым периодом изменения средней лучевой скорости. $P_4 = 12.097$. Четвертый период дает Мичайке повод утверждать, что звезда 16 EN Ящерицы отличается от других членов группы β Цефея и 16 EN Ящерицы может не принадлежать этой группе.

9. δ Кита. Переменность лучевой скорости δ Кита открыли Фрост и Адамс [74]. Аирото [75] нашел период изменения равным 0.16122. Блеск звезды наблюдал Вейкер [76]. Он заключил, что амплитуда изменения блеска не должна превышать 0.04. Переменность блеска с амплитудой 0.025 открыл и исследовал путем фотоэлектрических наблюдений Уокер [77], нашедший период изменения блеска равным около 4 ч. Спектр исследовался также Мак-Намара [47], установившим постоянство амплитуды кривой лучевых скоростей.

10. в Эридана. Переменная звезда в Эридана принадлежит к малочисленной, но весьма интересной группе звезд типа β Цефея.

Переменность лучевых скоростей в Эридана была открыта в 1903 году Фростом и Адамсом [74]. В 1920 году эту звезду исследовал Анрото [45]. Он собрал все старые наблюдения в Эридана и установил, что она принадлежит к типу β Цефея; он получил также значение периода изменения лучевых скоростей 0.23667. В 1926 году Анрото [78] свел вместе данные о лучевых скоростях, полученные из изучения более чем двухсот спектрограмм. Значение периода, выведенное ранее, подтвердилось, но ему не удалось получить новое значение периода, который удовлетворительно представил бы все наблюдения. Несомненными были только два факта: 1) период лучевой скорости звезды короток, 2) амплитуда колебаний не остается постоянной, а претерпевает большие изменения. В некоторых случаях она достигала 80 км/сек, а в иных она едва доходила до 20 км/сек. Период этого изменения амплитуды оценен Анрото в 7.9444.

Переменность блеска звезды подозревал Лау [79], но установил ее из фотоэлектрических наблюдений Бейкер [76], нашедший амплитуду равной несколько менее 0.1 и элементы: $\text{Max} = 2424465.764 + 0.15430E$.

Как было уже упомянуто, для периода изменения лучевых скоростей Анрото получил значение 0.23667. Противоречивость результатов могла означать возможную переменность периода.

В 1929 году В. П. Цесевич занялся этой звездой и сделал попытку получить период, но тогда это не удалось сделать. Как отмечает В. П. Цесевич [80] в опубликованной в 1944 году статье, «в Эридана—замечательная звезда типа β Canis Majoris. ..., правильное решение задачи, навеянное изучением многих аналогичных звезд типа RR Lyrae было найдено только теперь».

Как известно, имеется много звезд типа RR Лиры, у которых помимо короткого периода колебаний наблюдается еще и долгий период изменения периода и формы кривой изменения блеска. Как правило, период этого изменения периода составляет несколько десятков периодов основного короткого колебания. В. П. Цесевич заподозрил, что таким колебаниям подвержена и кривая лучевых скоростей в Эридана. Проведенное им исследование лучевых скоростей в Эридана подтвердило это предположение. В. П. Цесевич нашел период изменения лучевых скоростей равным $P=0.1735073$. После того как им были вычислены О-С, т. е. разности между наблюденными моментами минимумов лучевых скоростей и вычисленными относительно найденных элементов, оказалось, что остатки изменяются периодически. В. П. Цесевич дал два возможных значения для периода изменения периода: $P_1=38.75P$ и $P_2=39.49P$. При этом он пришел к заключению, что второй период лучше представляет наблюдения.

На звезду в Эридана наше внимание обратил П. П. Паренаго и с декабря 1950 года мы приступили к электрофотометрическим наблюдениям на звездном электрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории. Наблюдения выполнялись в двух участках спектра: $\lambda_{\text{eff}}=381\text{м}\mu$ и $\lambda_{\text{eff}}=527\text{м}\mu$. Звездами сравнения служили звезды BD—

$3^{\circ}809$ и μ Эридана. Наши наблюдения с полной убедительностью показывают наличие изменений как блеска, так и цвета в Эридана. Этч колебания блеска и цвета обнаружили такую же периодичность, что и изменения лучевых скоростей. Было обнаружено также изменение амплитуды изменений блеска — примерно в пределах от 0.20 до 0.05.

В максимуме блеска звезда синее, чем в минимуме. Несомненно имеется также изменение формы кривой блеска.

Предварительные результаты, полученные нами, мы опубликовали в 1951 году в Астрономическом Циркуляре АН СССР [81].

В 1951 году Уокер [82] предпринял электрофотометрическое исследование в Эридана, с целью проверки принадлежности этой звезды к типу β Цефея. Уокер наблюдал звезду с помощью звездного электрофотометра, установленного на 12" рефракторе Ликской обсерватории; применялись желтый и синий фильтры при $\lambda_{\text{eff}}=526\text{м}\mu$ и $\lambda_{\text{eff}}=389\text{м}\mu$ соответственно. Одновременно, в течение двух ночей Струве провел спектроскопическое наблюдение этой звезды с помощью 60" рефлектора на обсерватории Монт Вильсон. Как показали эти наблюдения, как блеск, так и лучевые скорости изменяются с периодом 0.174 ± 0.001 дня. На основе этих исследований Уокер заключил, что: 1) изменения цвета не имеется, 2) кривые блеска показывают, что изменяется амплитуда изменения блеска по крайней мере в пределах от 0.06 до 0.03,

3) в течение двух ночей, когда амплитуда изменения блеска была 0.04, амплитуда изменения лучевых скоростей достигала 50 км/сек, 4) максимум блеска наступает, тогда, когда лучевые скорости меняются с положительного значения на отрицательное. По теории пульсации это соответствует максимальному сжатию. Подобно этому, минимум блеска соответствует максимальному расширению.

В декабре 1951 года Мак-Намара [83] получил серию спектрограмм в Эридана. Спектры показали заметное изменение ширины спектральных линий. Представляет также интерес заметная асимметрия кривой лучевых скоростей. Интервал времени между минимальной и максимальной лучевой скоростью значительно больше интервала времени между максимальным и минимальным скоростями.

Спектроскопическое исследование в Эридана было предпринято в 1952—1955 гг. Струве и его сотрудниками [84, 85]. Ими была получена серия спектроскопических наблюдений. Как уже отмечалось В. П. Цесевич вывел период $P=0.1735073$. В 1951 и 1952 годах Струве и его сотрудники

получили значение периода $P=0.1735089$, которое лучше представляет наблюдения лучевых скоростей. Этот период хорошо представляет и старые наблюдения лучевых скоростей кроме двух раних наблюдений 12 декабря 1912 года и 16 октября 1906 года. Из этого авторы заключают, что изменение периода хотя незначительно, но должно быть реально. Для периода изменения периода Струве нашел значение $P_3=6.9808$, которое несколько отличается от значения полученного В. П. Цесевичем.

Струве пришел к выводу, что в случае в Эридана мы имеем дело с интерференцией двух колебаний с периодами $P_1=0.1779$, $P_2=0.1735089$,

и амплитудами лучевых скоростей K_1 = от 8 до 15 км/сек, и K_2 = 24.5 км/сек, соответственно.

В случае других звезд типа β Цефея индекс I соответствует тому колебанию лучевых скоростей, которое сопровождается изменением профиля спектральных линий. В случае β Большого Пса различие ясно и $P_2 > P_1$, $K_1 > K_2$, а для всех других звезд изменение профиля линий связано с большей амплитудой скорости $K_2 > K_1$.

Исследование поведения спектральных линий, проведенное Струве, привело к заключению, что обозначения P_2 и K_2 , как соответствующие большей величине амплитуды, оправданы $K_2 > K_1$. Но мы должны заметить, что в случае β CMa, 12 Lac и т. д. было найдено изменение K_2 , а не K_1 , как это имеет место для ν Эридана.

В 1952 году Уокер [86] провел исследование ν Эридана на основе полученного им в 1951-52 гг. фотоэлектрического наблюдательного материала. Для значения периода изменения периода он получил: $P_3 =$

8.7 . Как уже говорилось, Струве получил $P_3 = 6.9808$. Это противоречие Уокер объясняет возможным изменением P_3 . Струве считает, что на период P_3 могут влиять иррегулярные и достаточно заметные изменения в K_1 , искажающие его. И должно быть есть разумное расхождение в значениях P_3 , полученных на основе лучевых скоростей и из фотоэлектрических наблюдений. Уокер, следуя обозначениям Струве, по-

лучил амплитуды изменения блеска $R_1 = 0.067$ и $R_2 = 0.114$, для колебаний P_1 и P_2 , соответственно. Отношение $R_2/R_1 = 1.7$, а отношение $K_2/K_1 = 1.6$. Таким образом, в случае ν Эридана, в противоположность 12 Ящерицы ($K_2/K_1 = 3.3 \Delta m_2/\Delta m_1 = 1.6$), отношения амплитуд изменения блеска и лучевых скоростей приблизительно одинаковы.

Один из результатов упомянутых выше спектроскопических и фотоэлектрических исследований заключается в том, что для ν Эридана имеются два почти одинаковых периода изменения лучевых скоростей и изменения блеска, а другой результат это тот, что цвет звезды не меняется ощутимо с изменением амплитуды.

Де Ягер [87] считает, что для выяснения деталей переменности звезд типа β Цефея лучше исследовать их средние кривые изменения лучевых скоростей и блеска, так как средние кривые точны и, следовательно, могут показывать больше деталей, чем индивидуальные кривые. Кроме того, очень важно знать, меняется или нет цвет звезды с фазой. Для этой цели Де Ягер выполнил новые редукции и построил средние кривые блеска, цвета и лучевых скоростей, которые показаны на рис. 5. Оказалось, что ν Эридана по периоду P_2 в максимуме блеска имеет более синий цвет и минимальный радиус.

Кривая цвета, построенная по периоду P_1 , определяется неуверенно и не показывает резкого максимума. Во всяком случае максимум блеска соответствует минимальному радиусу. Кроме того, минимальному блеску и минимальной температуре соответствует максимум радиуса. Это последнее соотношение имеет место и для других звезд этого класса, кроме 12 Lac в случае периода P_1 .

Как уже упоминалось раньше, Уокер также отмечает связь между максимумом блеска и минимумом радиуса, не разделяя наблюдений по двум периодам.

§ 4. Постановка задачи. Как видно из обзора работ по исследованию переменных звезд типа β Цефея, интерес к этим звездам, можно сказать, еще более возрос с 1951—1952 гг.

Необъясненный до сих пор механизм сложных явлений в звездах типа β Цефея, в особенности вид наблюденных кривых как лучевой скорости, так и блеска, делают эти звезды весьма интересными объектами исследования.

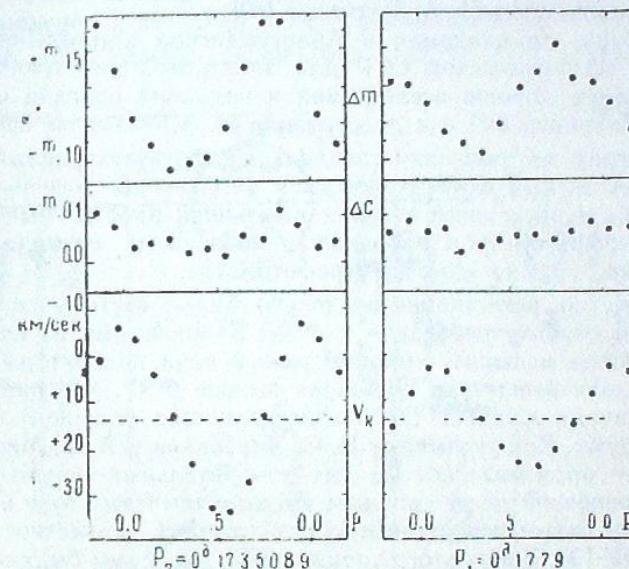


Рис. 5

Многочисленные факты, которыми характеризуется переменность лучевых скоростей и блеска этих звезд, до сих пор не получили объяснения. Среди звезд типа β Цефея встречаются и такие, у которых существуют два и больше периода. Для звезд типа β Цефея характерно изменение формы и амплитуды кривой блеска. Из высказывания ясно, что детальное изучение даже одной звезды этой весьма интересной группы звезд представляет большой интерес и поможет объяснению сложных свойств звезд этого типа.

Отсутствие ряда точных электроколориметрических наблюдений ν Эридана, особенности, обнаруженные спектроскопическими исследованиями, делали, как нам представлялось, эту звезду интересным объектом для электроколориметрических исследований.

Мы задались целью исследовать точным электроколориметрическим методом как блеск, так и цвет ν Эридана; по возможности выявить закономерности в этих изменениях и объяснить их для случая звезды ν Эридана.

Глава II

Аппаратура, методика наблюдений и наблюденные кривые блеска
v Эридана

§ I. Наблюдательная аппаратура. Наблюдения звезды v Эридана осуществлялись нами с 1950 по 1954 год на звездном электрофотометре системы В. Б. Никонова. После перехода от фотоэлемента на фотоумножители, наблюдения, проводились на электрофотометре, сконструированном Н. А. Размадзе [89].

Аппаратура, применяемая в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР для электроколориметрических наблюдений звезд, хорошо исследована и подробно описана в монографии В. Б. Никонова [88] и в диссертации Н. А. Размадзе [89].

В 1957 году мы получили специальный фотоэлектронный умножитель, с уменьшенным фотокатодом, для наблюдения точечных изображений. На базе последнего автором настоящей работы был построен новый электрофотометр и наблюдения последнего периода (1958 г.) производились уже на этом электрофотометре.

Как известно, регистрация предельно малых световых потоков выдвигает свои особые требования к ФЭУ. Важнейшими из них являются: 1) возможно меньшие темновые токи в цепи коллектора и 2) возможно меньшая амплитуда шумов на выходе ФЭУ, что при заданной чувствительности означает требование возможно большего отношения сигнала к шуму. Как указывают Н. С. Хлебников и А. Е. Меламид [90], выпускаемые промышленностью для измерительных целей ФЭУ имеют в своей основной массе слишком высокие темновые токи и собственные шумы, а также недостаточную стабильность (в частности это касается и ФЭУ-19). Ввиду этого упомянутыми авторами была предпринята разработка измерительных ФЭУ с уменьшенными габаритами.

В результате этой работы были созданы два типа ФЭУ: Р-3 и Р-5 для областей длин волн $2000 - 6500 \text{ \AA}$ и $3000 - 5600 \text{ \AA}$ соответственно. Два экземпляра, изготовленных специально для наблюдения малых световых потоков с уменьшенным фотокатодом, мы стали испытывать в начале 1957 года. На базе одного из них (Р-5 № 960) был сконструирован новый электрофотометр.

Мы изготовили специальный кожух, в котором предусматривалось охлаждение фотоэлектронного умножителя сухим льдом (CO_2). Напряжение на фотоэлектронный умножитель подается сухими батареями БАС-Г-80, или сходными по типу, через делитель напряжения. Снимаемый фототок подается через 15-метровый экранированный кабель на усилитель постоянного тока, собранный на двойном триоде 6Н2П. Схема усилителя дана на рис. 6.

Для сравнения со спектральной чувствительностью предыдущих фотометров была определена спектральная характеристика данного ФЭУ. Она оказалась мало отличающейся от предыдущих ФЭУ, что и следовало ожидать, так как химический состав фотокатода всех употребляемых нами ФЭУ один и тот же — сурьмяно-цезиевый. Следовательно и эффективные длины волн не могли заметно измениться.

К последнему периоду работы над v Эридана, мы устроили автоматическую запись фотоэлектрических измерений, для чего воспользово-

вались электронным автоматическим самопишущим прибором с записью на ленточной диаграмме ЭППВ-51.

Последний предназначен, вообще, для измерения и записи малых значений постоянного тока. Прибор имеет четыре предела измерения. Чувствительность прибора на I пределе $2.6 \cdot 10^{-10} \text{ а/дел.}$,

на II пределе $8.5 \cdot 10^{-11} \text{ а/дел.}$,

на III " $2.6 \cdot 10^{-11} \text{ а/дел.}$

на IV " $6 \cdot 10^{-12} \text{ а/дел.}$

При такой высокой чувствительности ЭППВ-51 вполне пригоден для применения в звездной электрофотометрии. Действительно, световой поток, для нашего рефлектора (33-см), от звезды 10^m равен

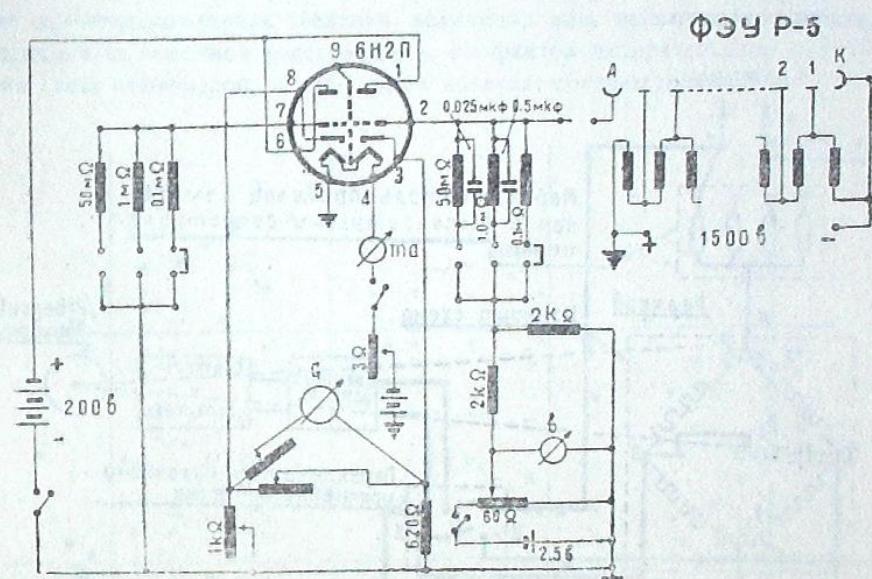


Рис. 6

$1.0 \cdot 10^{-11} \text{ лм}$, а используемый нами фотоэлектронный умножитель Р-5 № 960 имеет чувствительность 5 а/лм при темновом токе $4 \cdot 10^{-10} \text{ а}$ (флюктуации темнового тока на порядок ниже); так что на выходе фотоэлектронного умножителя мы будем иметь от звезды 10^m ток порядка $5 \cdot 10^{-11} \text{ а}$, что вполне измеримо на приборе ЭППВ-51. Схема ЭППВ-51 представлена на рис. 7.

Как видно из нее, отрицательный вывод входа на ЭППВ-51 заземлен, а на выходе фотоэлектронного умножителя, наоборот, заземлен положительный вывод. Поэтому, присоединить положительный выход фотоэлектронного умножителя к выводу «+» входа ЭППВ-51 невозможно. В связи с этим, естественно нам пришлось внести некоторые изменения в ЭППВ-51, а, именно, пересоединить выводы реохорды и батареи питания, а также выводы, приходящие на реверсивный двигатель от выхода электронного усилителя.

После внесения вышеуказанных изменений в ЭППВ-51 мы расположили вполне пригодным прибором для автоматической регистрации

наблюдений звезд. Регистрация наблюдений самопищущим прибором значительно облегчает труд наблюдателей (более того — снимает необходимость во втором наблюдателе), делая при этом наблюдательный материал более объективным и документальным. Прибор используется постоянно, после того, как на нем мы, совместно с Н. Л. Магалашвили, отнаблюдали звезду δ Кита [91].

Все три упомянутых фотометра устанавливались на 33-см рефлекторе, конструкции Н. Г. Пономарева, построенном в Астрономическом институте в Ленинграде в 1932 году.

§ 2. Техника наблюдений и методика обработки. Методика наблюдений и их обработка была аналогичной, применяемой в Абастуманской обсерватории при наблюдениях звезд с помощью электрофотометра.

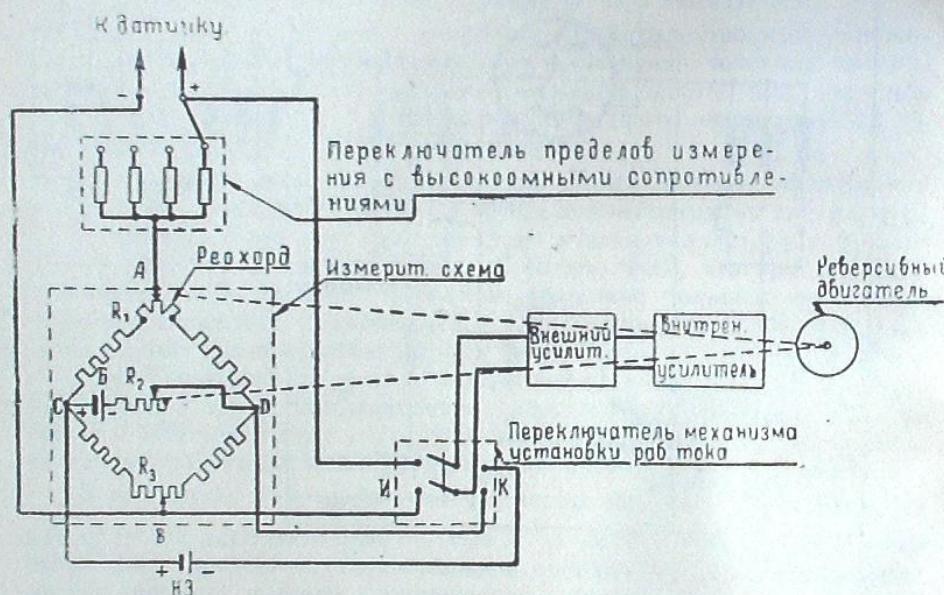


Рис. 7

Наблюдения ν Эридана выполнялись в двух участках спектра в синем и желтом (соответствующие эффективные длины волн: 380 мкм и 530 мкм) по следующей схеме: звезда сравнения (первая) в желтом и синем фильтре — переменная звезда в желтом и синем фильтре — звезда сравнения (вторая) в желтом и синем фильтре и т. д. Каждый такой цикл образует одно наблюдение соответственно в синем и желтом фильтре и называется «точкой».

При наблюдениях ν Эридана звездами сравнения служили:

- 1) BD—3°809 = HD 28843, Sp=B9, m=5^m.6, α₁₉₀₀=4^h27^m.6, δ₁₉₀₀=—3°25'.0 и
- 2) μEri=BD—3°876 = HD 30211, Sp=B5, m=4^m.18, α₁₉₀₀=4^h40^m.5, δ₁₉₀₀=—3°26'.0.

На рис. 8 приведена рабочая карта для наблюдения ν Эридана.

Так как первая звезда сравнения находилась близко от переменной звезды, мы решили вести наблюдения преимущественно с этой звездой, изредка наблюдая также вторую.

Разности в звездных величинах определялись по формуле

$$m_a - m_v = 2.5 \lg \frac{J_v}{J_a}, \quad (1)$$

где m_a и J_a звездная величина и интенсивность звезды сравнения, соответственно, а m_v и J_v — те же величины для переменной звезды. Вместо интенсивностей J_a и J_v в формулу ставились пропорциональные им величины отклонения гальванометра при промерах звезд n_a и n_v .

Редукция за избирательное ослабление света в земной атмосфере осуществлялась по известной формуле:

$$m_0 = m(z) - \alpha M(z), \quad (2)$$

где m_0 — внеатмосферная звездная величина, $m(z)$ — наблюденная звездная величина на зенитном расстоянии z , α — фактор избирательного ослабления света атмосферой, а $M(z)$ — масса воздуха, соответствующая z .

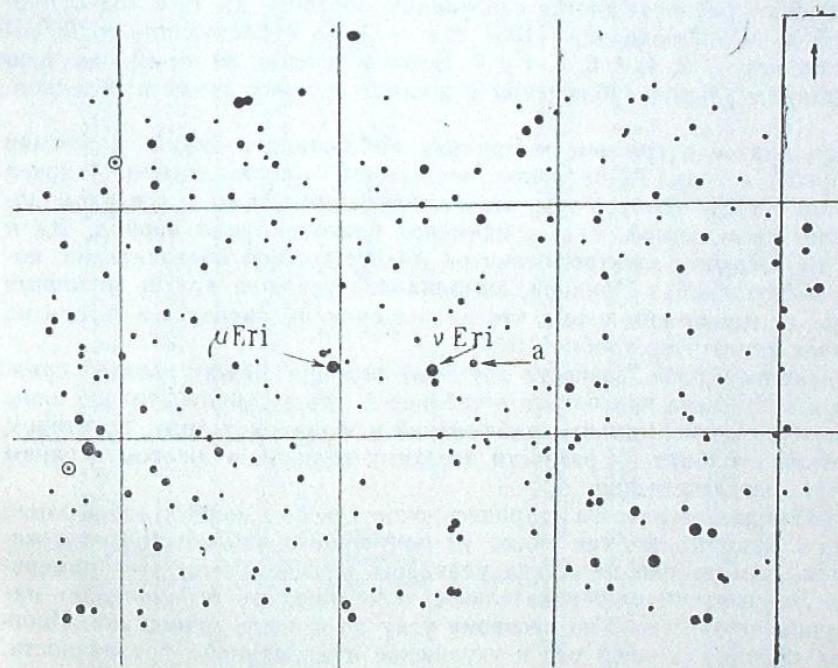


Рис. 8

Для нахождения фактора ослабления α мы пользовались методом Буге. Этот метод имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что он дает среднее значение α за ночь, что недостаточно точно, а иногда и фиктивно. Это делает метод непригодным при построении фундаментального каталога цветовых эквивалентов, но в нашем случае, когда определяются внеатмосферные разности звездных величин по формуле

$$m_{0a} - m_{0v} = m(z)_a - m(z)_v - \alpha [M(z)_a - M(z)_v], \quad (3)$$

3. აბასთ. ასტროფ. მდს. ბიულ., № 28

разность масс воздуха так мала, из-за близости на небе звезды сравнения к переменной звезде, что ошибка, получаемая из-за применения среднего значения a за ночь, не превышает нескольких тысячных звездной величины.

Фактор ослабления в земной атмосфере — a мы находили по способу наименьших квадратов, решая условные уравнения типа

$$\Delta m(z)_{\text{ж}} - a M(z)_a = \Delta m_{\text{ожж}}, \quad (4)$$

где Δm_a — разность звездных величин между фотометрическим стандартом и звездой сравнения.

Так как вычисления разностей производятся с фотометрическим стандартом, то автоматически исключается ошибка за постепенное изменение чувствительности электрофотометра, происходящее в основном из-за изменений величины большого сопротивления и падения напряжения накала усилителя.

§ 3. Индивидуальные наблюдения в Эридана наблюдалась нами в период с 13 декабря 1950 года по 13 февраля 1958 года. Наблюдения распределяются следующим образом: на 1950 год приходятся 3 ночи наблюдений, а 1951 год — 7, на последующие годы, соответственно, — 2, 4, 4, 6, 5, 4 и 4. Всего в течение 39 ночей получено 684 индивидуальных наблюдения в желтых и синих лучах в отдельности.

Как видим, в среднем, в Эридана наблюдалась нам в течение пяти ночей в году. Такое малое количество наблюдательных ночей для этой звезды вызвано тем, что ее можно наблюдать в северном полушарии лишь зимой, т. е. в наименее благоприятный период. Да и тогда на звездном электрофотометре Абастуманской обсерватории, помимо наблюдений в Эридана, выполнялись также и другие планетные работы, не говоря еще о том, что по значению склонения эта звезда не является достаточно удобной.

Внеатмосферные разности звездных величин между звездой сравнения и в Эридана приводятся в таблице 2, где в первом столбце даны гелиоцентрические моменты наблюдений в юлианских днях, во втором и третьих столбцах — разности звездных величин в желтом и синем фильтре, соответственно.

Наблюдая звезду мы старались охватить весь период колебания блеска в Эридана, но, как видно из полученного наблюдательного материала, нам далеко не всегда удавалось осуществлять это намерение. в Эридана имеет отрицательное склонение, что ограничивает наблюдения ее от 2 до 3 по часовому углу до и после меридиана. Иногда эта причина, а иной раз и ухудшение атмосферной прозрачности, вынуждало нас прекращать наблюдения.

Недостатком нашего наблюдательного материала мы считаем то, что он не содержит непрерывного ряда наблюдений, перекрывающего большой период. Одна обсерватория не в силах получить непрерывный ряд наблюдений. Для получения полноценного наблюдательного материала, по идее Б. В. Кукаркина в ноябре и декабре 1956 года и в начале января 1957 года, нами были организованы одновременно кооперированные наблюдения. Некоторые зарубежные обсерватории выражали желание участвовать в них. Но из-за неблагоприятной погоды не удалось достаточно полноценно осуществить это мероприятие. Лишь на нашей обсерватории удалось получить немногочисленные наблюдения; вместе с тем, Хурухата и его коллеги в Токийской астрономиче-

Таблица 2

JD_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Примечание	JD_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Примечание
2433629.326	1.779	1.985		2433657.247	870	2.097	
331	718	945		252	869	061	
337	719	940		256	861	083	
343	735	946		263	837	065	
353	723	919		268	849	062	
358	740	922		274	862	073	
362	749	923		291	873	059	
367	747	916		297	869	060	
374	760	911		329	900	099	
384	763	908		345	841	023	
409	822	974		361	875	071	
415	815	2.021		2433686.190	923	155	
423	882	080		195	944	176	
430	846	095		201	945	169	
436	887	135		205	949	165	
440	917	128		209	1.935	2.152	
2433630.253	710	1.869		214	915	129	
259	719	891		233	885	107	
263	771	935		241	872	112	
268	770	932		246	874	098	
273	775	926		252	867	063	
277	757	937		269	839	1.988	
281	756	939		274	819	2.006	
287	745	950		279	811	011	
293	777	989		283	827	003	
298	788	999		288	823	019	
304	831	2.005		309	799	1.971	
309	851	1.999		314	799	978	
315	871	2.057		319	805	979	
321	873	099		324	842	982	
333	875	074		328	832	2.021	
340	867	067		2433951.472	869	074	
345	842	047		477	860	002	
351	832	024		481	857	054	
370	801	1.967		499	847	049	
376	769	939		503	853	044	
381	749	927		507	839	029	
387	736	901		512	831	031	
395	729	869		526	830	013	
437	1.696	1.806		531	827	004	
633.413	761	957		538	843	1.997	
419	781	945		544	825	998	
424	778	947		2433953.442	761	947	
429	763	951		447	768	938	
448	748	897		451	757	926	
454	762	927		456	761	912	
459	761	923		461	765	923	
474	755	937		465	769	919	
479	809	943		469	769	915	
2433655.305	822	2.007		474	759	901	
309	832	1.998		505	781	945	
315	820	2.000		509	784	971	
320	812	1.997		515	801	983	
326	813	2.012		531	833	2.011	
370	759	1.893		541	1.857	2.039	
376	755	902		574	826	1.084	
383	759	903		2433973.317	866	2.060	
389	745	898		326	857	040	
395	727	857		333	846	061	
409	731	861		342	856	082	
413	745	869		349	892	102	
418	743	877		366	880	076	
424	762	903		372	870	072	

Наблюдения выполнены

при Луне

Наблюдения выполнены
при Луне

Продолжение 2-ой таблицы

<i>JD₀</i>	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Приме- чание	<i>JD₀</i>	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Приме- чание
388	824	036		406	882	089	
400	806	002		318	856	070	
406	789	1.992		325	858	060	
2433984.369	800	994		330	844	092	
376	806	992		2435036.360	844	024	
381	798	988		365	814	018	
387	804	994		370	1.809	1.948	
394	801	2.014		374	830	989	
452	842	064		379	799	2.038	
459	844	030		384	758	1.966	
470	816	1.996		389	759	978	
476	804	2.012		394	778	960	
382	794	1.992		408	752	940	
2434059.217	771	986		413	754	922	
220	756	956		417	748	948	
224	784	948		422	753	966	
239	810	964		427	796	888	
2434060.213	820	2.000		433	798	2.006	
217	814	1.964		439	846	034	
221	852	941		445	838	033	
2434655.451	760	928		450	876	048	
458	766	910		458	855	060	
465	758	920		464	855	048	
472	760	922		470	870	038	
509	790	971		2435044.344	760	1.944	
519	794	972		359	798	928	
522	807	986		367	778	912	
2434663.477	776	947		375	797	966	
484	762	950		387	790	970	
491	736	944		392	790	940	
496	1.744	1.954		399	823	970	
504	724	965		405	796	970	
511	740	950		2435068.363	895	2.077	
516	754	950		370	886	046	
526	755	962		377	854	031	
534	762	953		382	812	1.998	
540	734	966		387	822	2.002	
547	754	959		393	816	008	
554	742	954		403	800	1.976	
2434687.393	837	2.032		409	783	970	
399	831	034		415	773	972	
405	820	028		419	818	974	
412	839	016		424	810	951	
438	843	011		443	788	932	
445	821	004		449	790	972	
452	796	002		2435068.456	1.810	1.950	
469	795	000		462	796	967	
477	807	011		477	802	945	
483	818	020		484	798	984	
495	836	048		489	812	988	
2434740.234	928	130		494	844	2.000	
243	930	159		502	862	026	
251	924	140		2435160.309	940	199	
258	902	122		316	952	216	
265	874	088		321	922	174	
288	791	1.993		329	858	124	
295	785	970		332	844	046	
302	788	910		337	888	053	
2434749.280	914	2.148		2435395.390	926	125	
286	901	136		396	939	093	
290	905	130		399	894	096	
295	896	124		401	890	098	
301	892	108		404	926	093	

Нестабильность
метра

Продолжение 2-ой таблицы

<i>JD₀</i>	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Приме- чание	<i>JD₀</i>	$\Delta m_{\text{ж}}$	Δm_c	Приме- чание
2435395.407	936	086		2435396.520	855	987	
410	899	106			522	827	972
412	900	084			531	790	974
416	914	061			535	820	986
418	891	044			545	848	992
421	862	030			548	813	989
424	851	019			550	806	2.015
427	846	034			554	806	020
429	861	032			2435400.398	841	013
441	813	1.994			402	826	026
444	816	983			495	829	1.967
446	838	994			408	800	952
449	830	994			410	885	2.010
459	804	987			413	862	002
462	794	961			421	868	1.992
464	816	952			423	866	984
466	812	970			427	830	2.000
473	790	962			433	824	014
477	764	930			435	838	011
480	746	950			438	867	027
482	764	950			452	846	062
485	1.776	1.953			455	896	063
499	782	971			458	916	075
503	763	948			460	926	076
505	763	950			463	900	084
509	785	966			468	895	120
519	871	986			476	936	114
523	860	2.007			479	920	107
526	790	015			482	910	084
528	771	020			484	895	092
537	886	058			487	900	106
539	923	066			489	898	094
542	912	070			492	902	090
546	968	096			504	928	082
548	992	096			506	924	080
550	950	096			509	884	2.074
553	899	120			512	1.870	069
555	950	117			514	868	072
558	968	122			516	871	066
561	968	121			523	870	059
561	966	189			526	868	060
561	966	189			529	863	068
561	966	179			532	862	064
561	966	223			534	860	072
563	966	202			542	875	068
564	966	198			545	931	054
564	966	202			547	897	048
565	966	198			550	876	053
565	968	139			553	890	069
565	968	151			559	899	076
567	1.962	120			2435427.351	826	1.969
470	918	100			336	822	962
473	934	082			361	815	961
476	946	082			365	822	960
479	906	074			368	816	962
487	874	048			372	818	968
490	886	033			374	814	965
493	913	024			377	794	948
496	898	046			381	824	958
509	838	030			386	816	956
511	1.841	2.000			397	793	944
514	828	1.986			399	776	921
517	840	976			403	762	908

Плохая прозрачность неба

Продолжение 2-ой таблицы

JD_{\odot}	Δm_{jk}	Δm_c	Примечание	JD_{\odot}	Δm_{jk}	Δm_c	Примечание
2435427-405	764	914		2435804-328	861	006	
408	764	918		2435807-282	975	156	
410	774	912		286	2.012	188	
419	778	916		289	1.994	182	
422	786	910		291	2.002	173	
424	792	902		394	1.997	155	
427	761	900		297	2.016	146	
442	752	904		300	1.958	151	
445	757	906		303	996	180	
447	783	899		306	953	170	
450	812	909		308	956	166	
467	799	919		310	2.000	147	
470	1.802	1.917		313	011	165	
474	814	922		315	1.966	184	
2435457-309	912	2.100		317	2.035	214	
315	902	038		337	1.991	168	
319	862	050		340	879	046	
322	827	048		344	894	060	
324	862	027		347	894	062	
329	872	036		354	914	107	
332	824	024		358	835	1.928	
335	789	009		377	868	996	
338	803	018		394	800	997	
340	812	033		399	851	975	
343	808	004		402	842	971	
354	822	018		406	847	2.035	
357	824	008		411	863	1.997	
360	838	1.990		444	1.907	2.083	
363	818	994		447	949	065	
465	808	2.021		447	665	1.867	
369	814	006		312	762	857	
371	820	1.982		317	752	855	
374	808	997		322	731	856	
377	808	986		327	722	852	
380	814	966		331	721	852	
383	810	953		335	728	857	
405	846	998		345	727	856	
408	840	993		350	745	879	
411	828	964		355	774	888	
413	816	958		360	773	914	
416	842	972		365	796	928	
419	852	959		370	808	941	
422	851	962		373	814	928	
424	828	985		391	924	2.047	
440	825	954		397	938	061	
443	818	966		401	921	067	
445	848	986		406	895	064	
448	824	2.000		411	895	057	
451	848	015		415	806	039	
453	841	1.988		424	802	015	
456	854	982		430	830	1.999	
464	1.793	2.015		437	807	983	
467	809	024		452	762	921	
469	865	018		456	769	917	
472	882	029		460	773	875	
474	881	040		465	774	889	
477	908	1.988		470	766	880	
480	904	2.020		2435810-303	872	2.082	
2435804-306	862	034		308	871	063	
311	907	041		313	886	044	
317	809	011		318	872	031	
322	833	053		322	856	038	
324	849	009		326	852	007	

Плохая прозрачность неба

Продолжение 2-ой таблицы

JD_{\odot}	$m\Delta_{jk}$	$m\Delta_c$	Примечание	JD_{\odot}	Δm_{jk}	Δm_c	Примечание
2435810-330	839	010		2435862-245	881	2.032	
	334	860	010		251	904	039
	338	860	007		255	869	044
	342	1.791	1.980		259	865	042
	347	803	953		265	900	045
	361	767	942		272	929	096
	365	771	952		276	934	084
	370	774	933		293	978	130
	391	770	965		297	968	125
	398	796	933		303	952	111
	403	782	932		308	952	118
	409	796	954		313	927	089
	413	806	957		316	935	090
	419	784	987		2435889-200	852	1.992
	426	822	990		208	857	2.002
	439	916	2.029		212	852	014
	444	970	069		216	887	1.989
	448	919	097		221	911	974
	451	934	062		226	1.840	1.983
	457	939	104		230	848	993
	461	936	090		236	865	970
	466	817	073		241	836	961
2435814-261	851	038			246	812	958
	265	847	1.998		252	829	939
	268	859	2.018		264	804	950
	288	866	028		269	800	949
	292	863	012		298	840	2.003
	295	843	014		304	884	1.968
	306	899	048		310	831	986
	314	856	016		2435891-212	824	970
	316	861	005		217	827	2.000
	320	861	004		230	798	1.950
	324	866	011		234	812	995
	329	827	004		238	803	2.004
	336	884	019		246	821	049
	352	903	026		256	861	037
	356	912	036		260	835	020
	360	870	034		265	881	051
	365	1.896	2.049		275	907	087
	369	905	053		280	946	121
	376	923	085		285	953	148
	393	945	109		290	918	149
	397	925	098		294	952	139
	401	931	090		298	963	136
	406	937	088		303	963	204
	310	892	082		2436226-236	853	038
	416	890	083		239	864	036
2435843-236	956	108			245	868	042
	241	931	117		264	844	053
	247	936	111		270	864	062
	259	918	087		274	888	042
	263	901	063		280	899	060
	268	918	057		286	882	074
	274	916	957		293	1.895	2.098
	290	849	011		304	925	128
	294	831	000		314	969	148
	300	867	1.963		2436227-195	882	073
	306	827	984		200	878	058
	311	793	965		206	884	062

Продолжение 2-ой таблицы

JD_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	$\Delta m_{\text{с}}$	Примечание	JD_{\odot}	$\Delta m_{\text{ж}}$	$\Delta m_{\text{с}}$	Примечание
2436227.210	866	040		2436247.267	781	928	
214	867	021		274	773	949	
236	812	1.980		279	828	969	
241	778	967		286	804	974	
246	787	946		291	791	972	
251	794	964		296	933	960	
258	786	953		307	837	962	
263	796	945		2436248.188	872	2.072	
276	763	931		193	900	110	
282	734	933		198	935	116	
287	778	932		202	946	126	
291	770	930		208	969	146	
296	759	937		213	982	171	
302	783	941		215	980	167	
307	842	2.012		226	976	161	
2436247.187	888	089		231	956	182	
197	878	055		236	962	153	
201	882	047		246	923	128	
206	857	034		251	902	105	
211	826	1.998		256	899	071	
216	817	976		261	863	081	
224	831	983		267	855	063	
229	813	967		274	859	002	
235	775	950		279	838	005	
245	1.786	1.943		283	853	019	
250	787	942		290	875	014	
255	798	937		794	852	1.900	

ской обсерватории смогли за этот же период получить электроколориметрические наблюдения ν Эридана в течение 7 ночей [92].

§ 4. Кривые блеска ν Эридана. Наблюденные кривые блеска ν Эридана даны на рис. 9—18 (см. стр. 41—50), где по оси абсцисс отложены гелиоцентрические моменты в юлианских днях, а по оси ординат — разности звездных величин между звездой сравнения и переменной звездой ν Эридана.

Глава III

Анализ кривых блеска ν Эридана

§ I. Попытка представления всех наших наблюдений блеска ν Эридана одним периодом. Первое наблюдение блеска ν Эридана было выполнено 13 декабря 1950 года. Предварительные результаты мы опубликовали еще в 1951 году в Астрономическом циркуляре АН СССР [81].

Независимо от нас, спустя полтора месяца, 24 января 1951 года Уокер [82] начал наблюдения ν Эридана в двух светофильтрах: в желтом и синем, продолжив их до 2-го февраля 1951 года. Всего им получено пять кривых изменения блеска в дни 24, 25, 26, 31 января и 2 февраля. Для сопоставления кривых блеска и лучевых скоростей, параллельно с Уокером, Струве наблюдал звезду 25 и 26 января того же года спектроскопически.

В октябре 1951 г. Струве [84] возобновил спектроскопические наблюдения этой звезды на Маунт-Вильсон. Спектроскопические наблю-

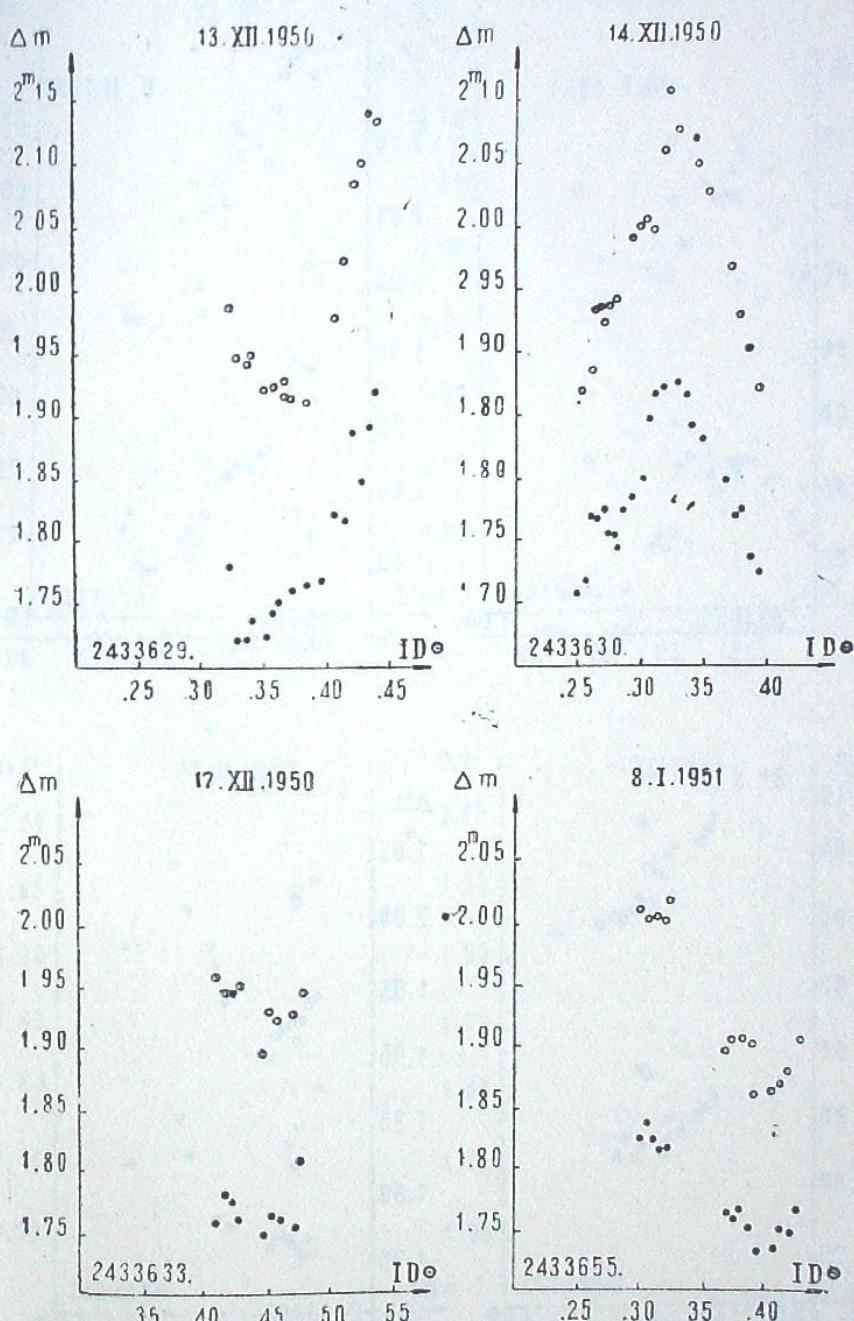


Рис. 9

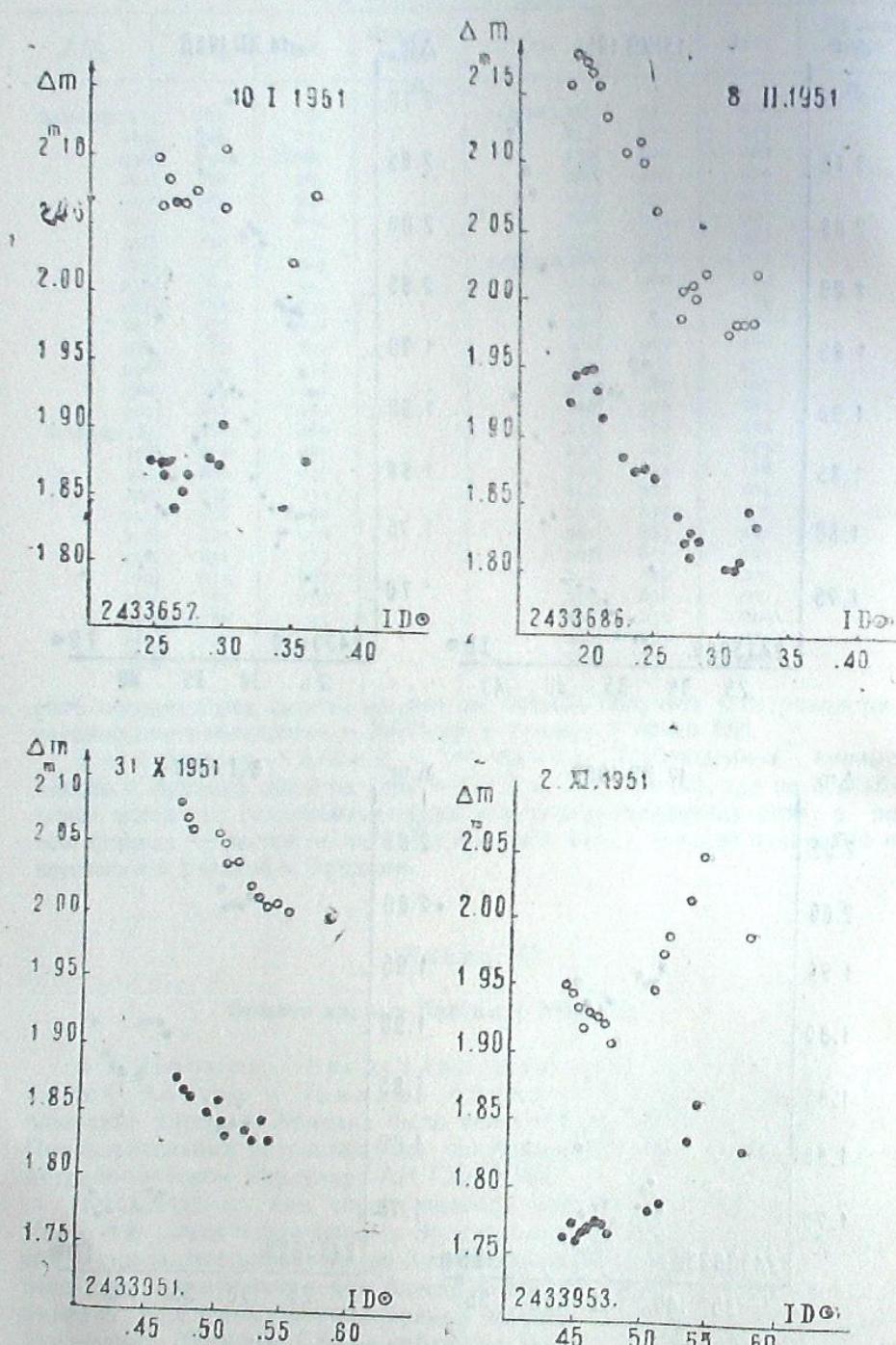


Рис. 10

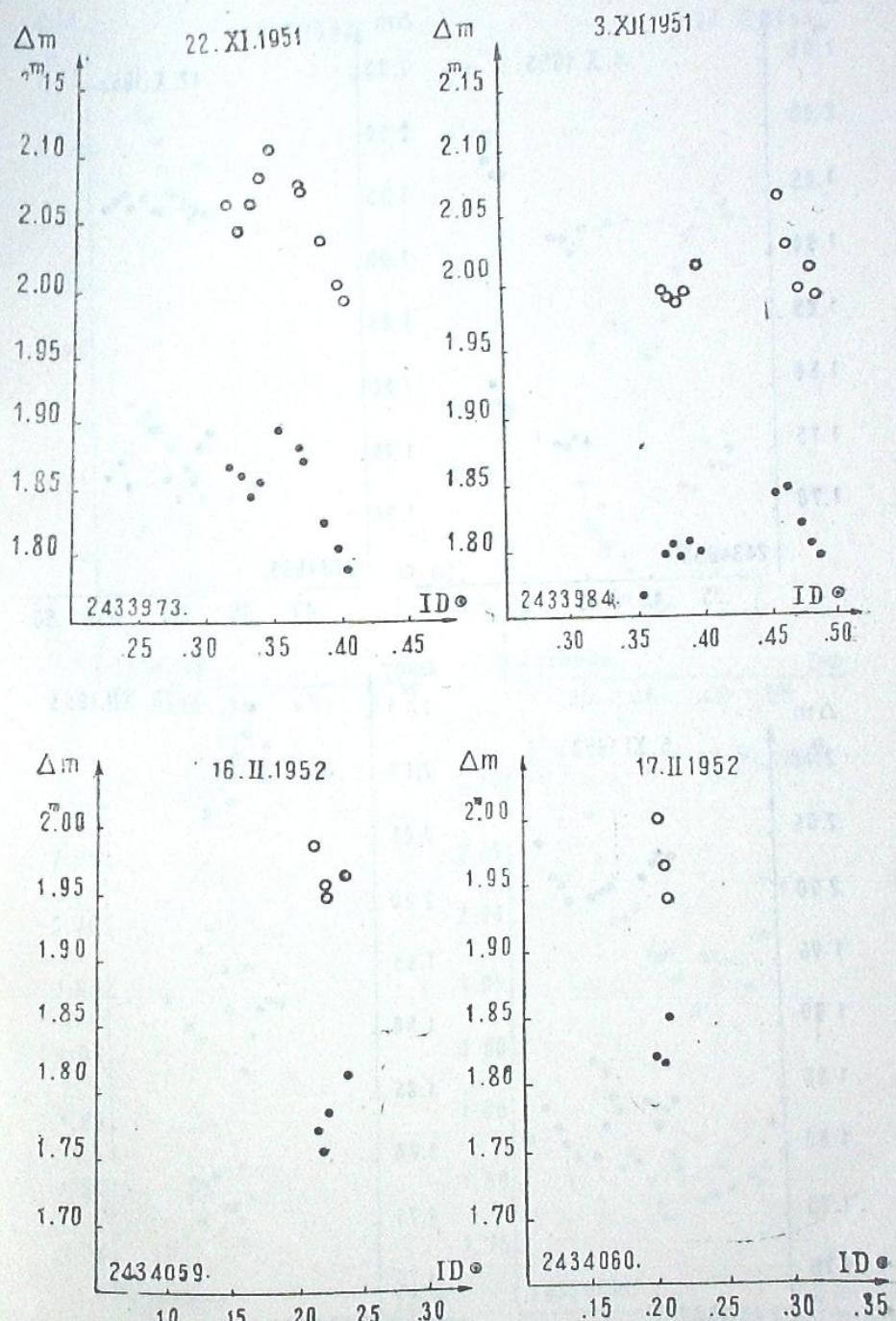


Рис. 11

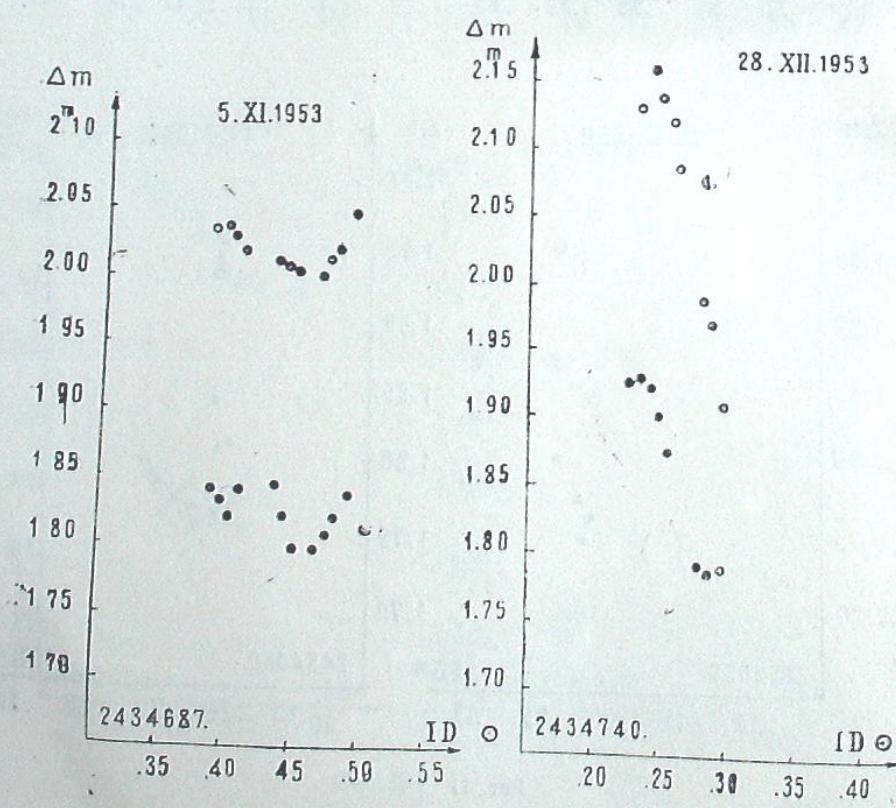
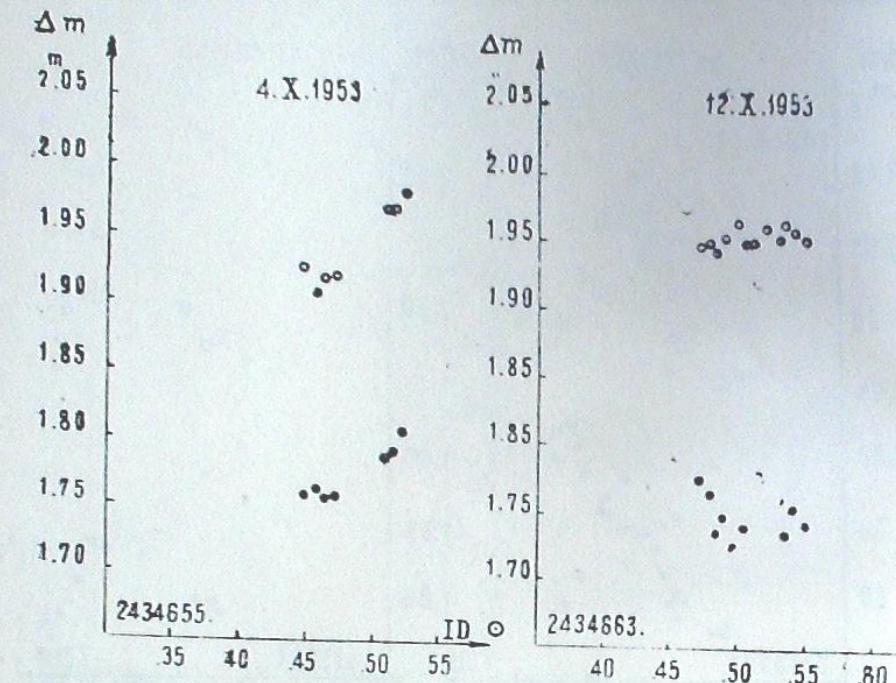


Рис. 12

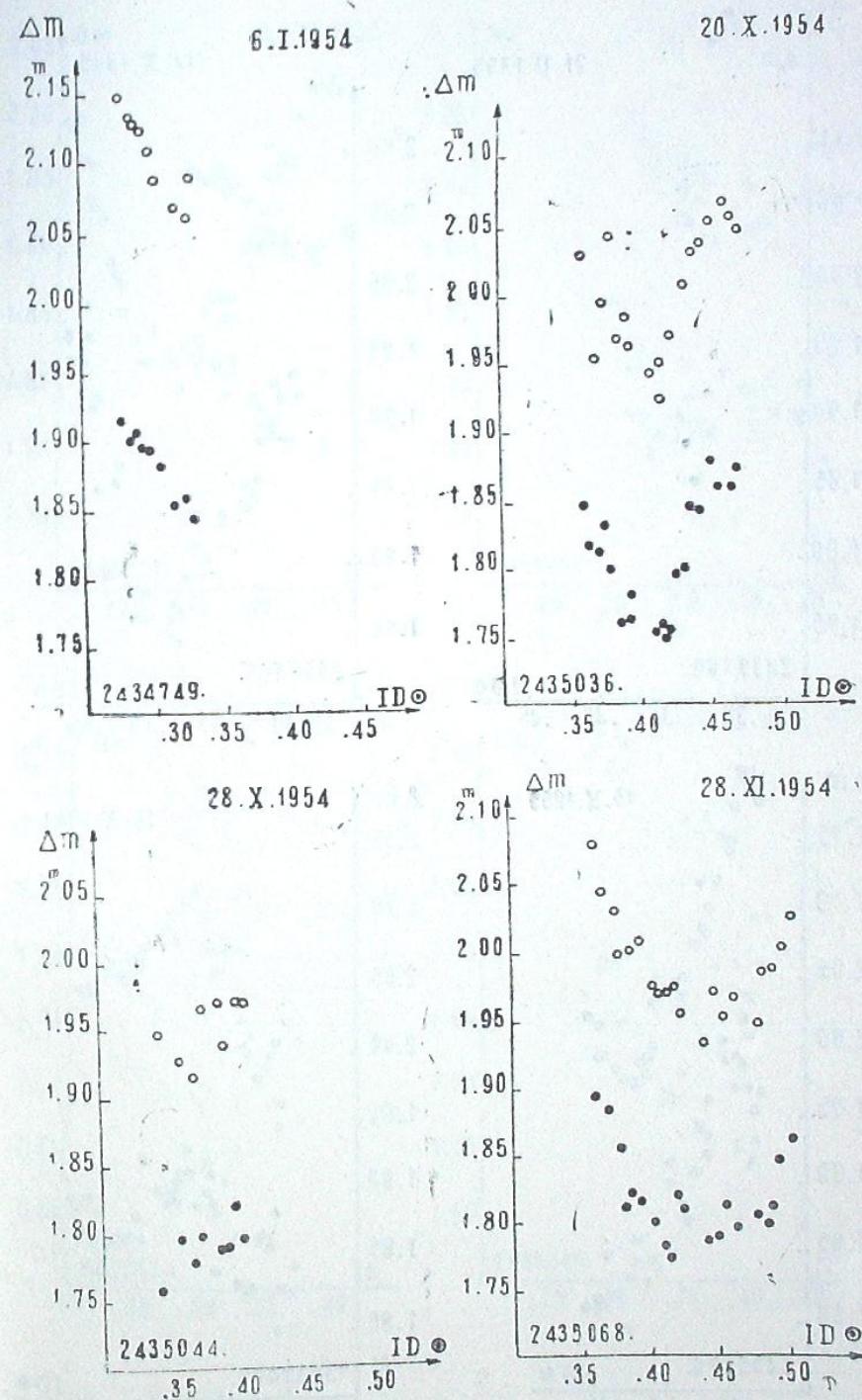


Рис. 13

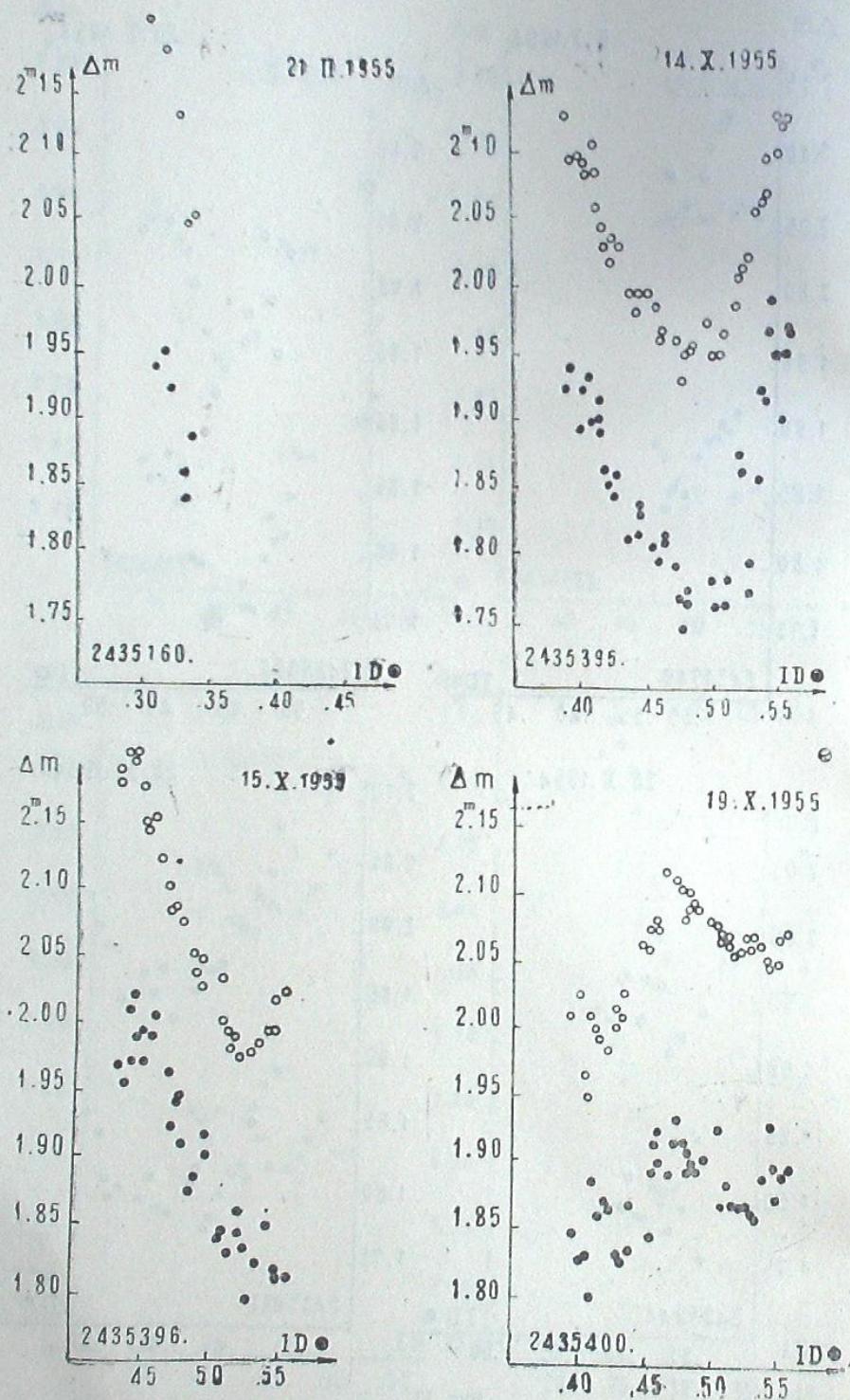


Рис. 14

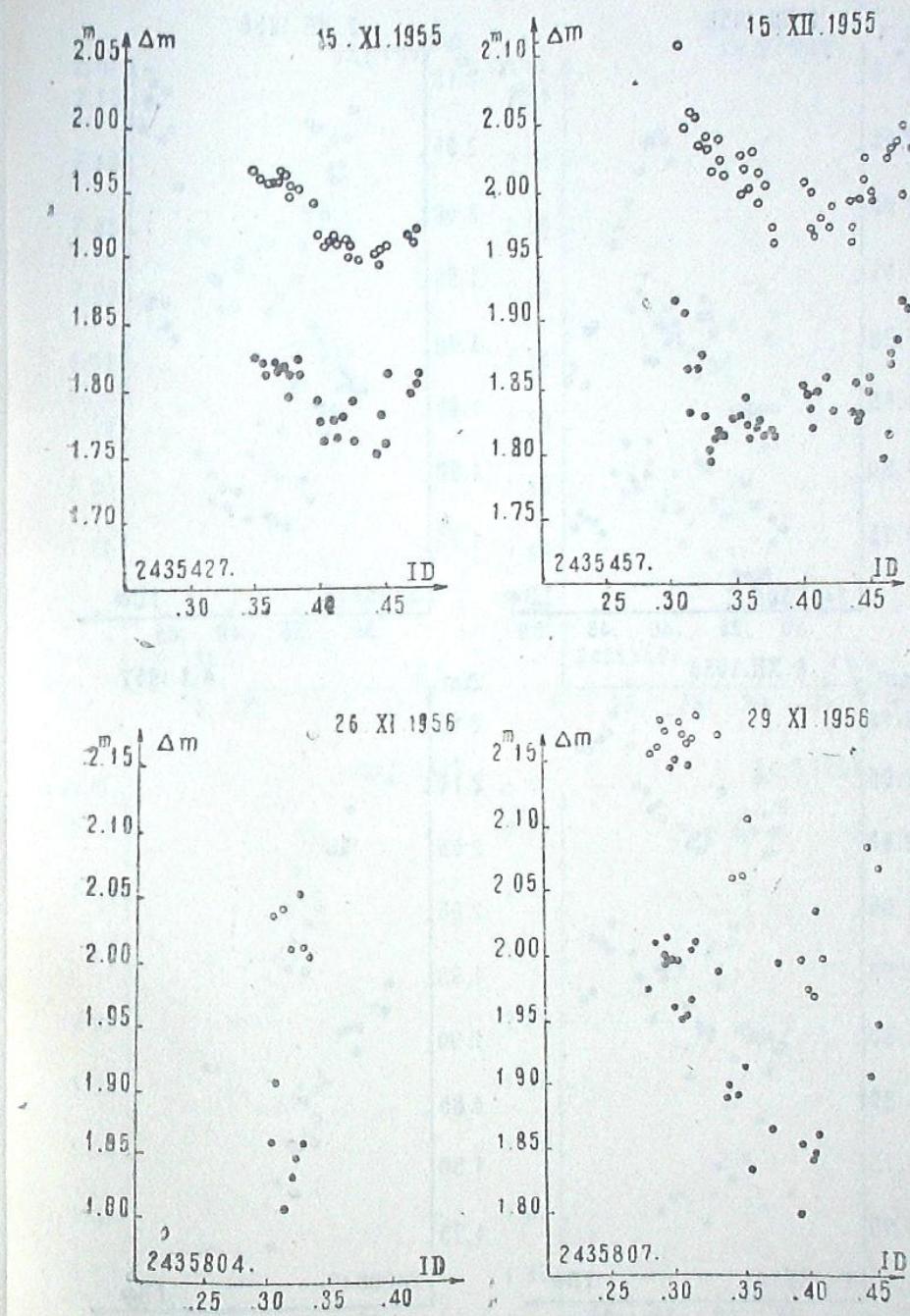


Рис. 15

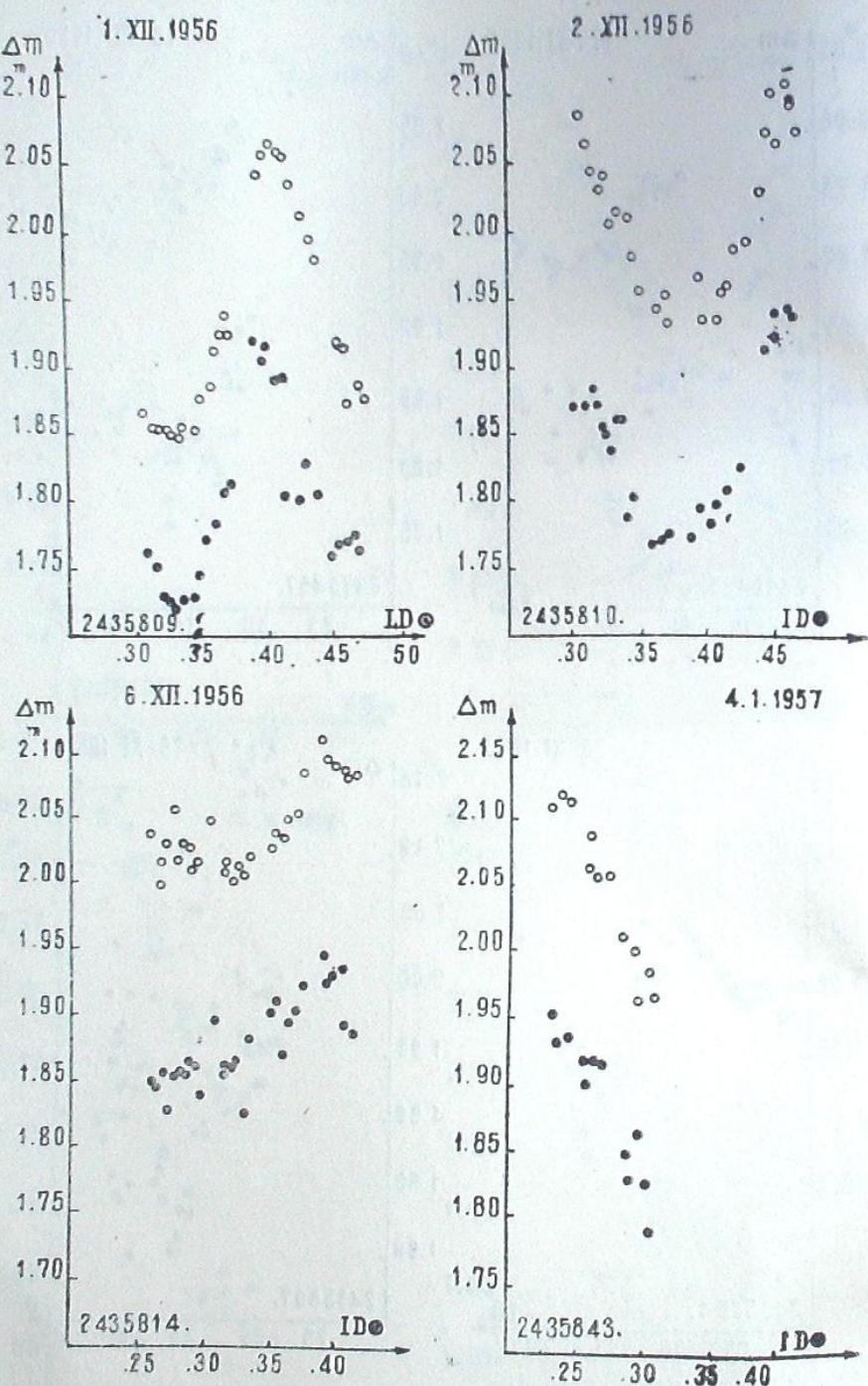


Рис. 16

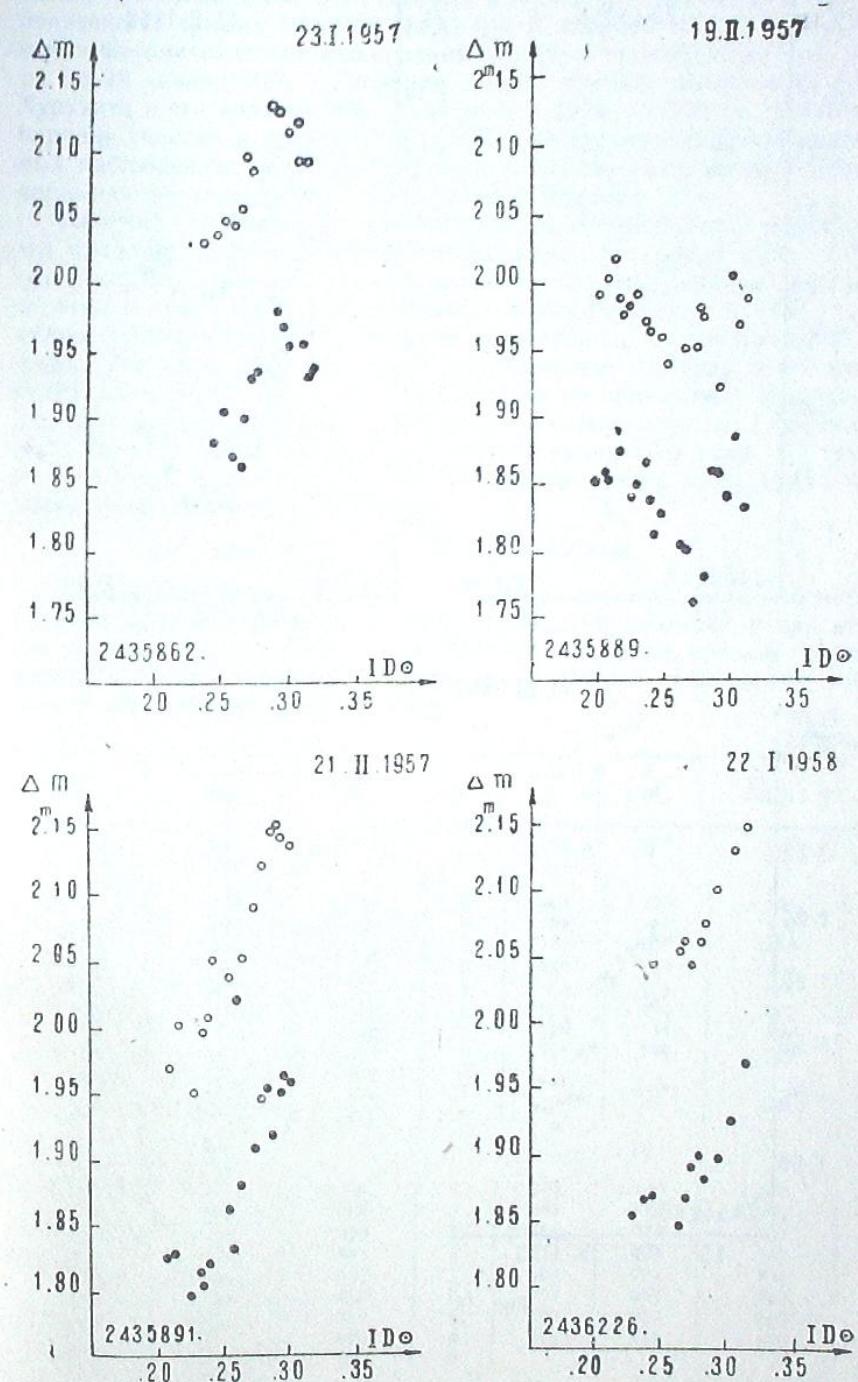


Рис. 17

4. აბასთ, ასტროფ. ობს. ბიულ., № 28

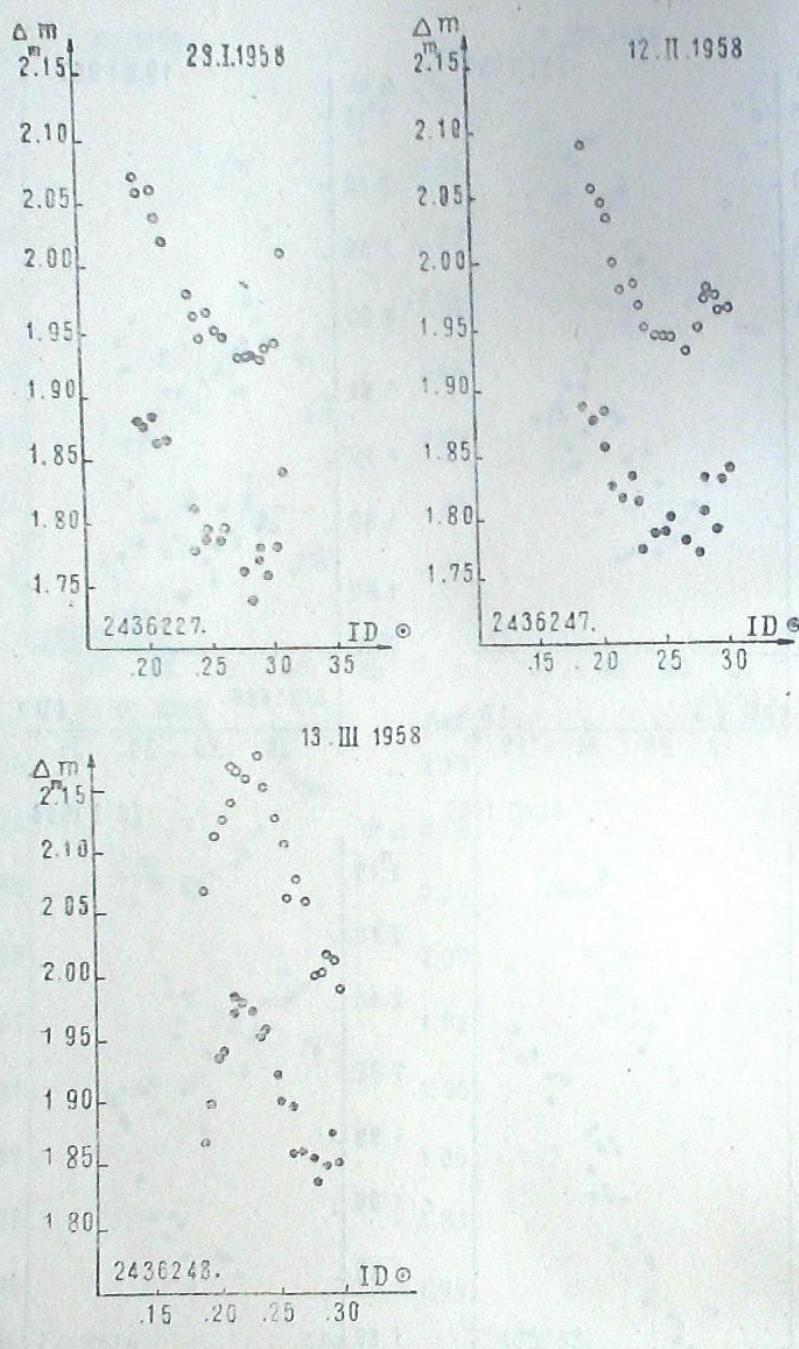


Рис. 18

дения проводил также Мак-Намара в Ликской обсерватории. Всего им получено 15 кривых лучевых скоростей. В декабре 1951 г. Уокер возобновил фотометрические наблюдения блеска и пронаблюдал с 21 декабря по 19 января 1952 г., получив девять кривых изменения блеска. Хурухата и его коллеги [92], проведшие в 1956—1957 гг. измерения в порядке участия в предложенных нами международных кооперированных наблюдениях, наблюдали звезду в течение семи ночей. Этим исчерпываются зарубежные наблюдения у Эридана.

Получив индивидуальные электроколориметрические наблюдения, мы пытались все наблюдения данной звезды за период 1950—1954 гг. представить одним периодом и построить средние кривые блеска в желтых и синих лучах. Эта попытка изложена нами в 1954 году в статье «Электроколориметрическое исследование у Эридана» [93]. Но форма кривой блеска так сильно меняется, что говорить о построении одной средней кривой из всех наблюдений не приходится. Поэтому мы разбили все наблюдения до 1954 года на четыре группы: I группа: зима 1950 г. — зима 1951 года; II группа: осень 1951 года; III группа: осень 1953 г. — зима 1954 года; IV группа: осень 1954 года. Фазы вычислялись нами по элементам:

$$Max = 2433630^{\circ}.333 + 0^{\circ}.173089 \cdot E \quad (5)$$

По наблюдениям, входящим в каждую группу, были вычислены средние кривые изменения блеска, которые приведены в таблице 3, где последовательно даются: средние значения фазы, средние значения разности блеска в желтых и синих лучах и число наблюдений, вошедших в образование средней точки.

Таблица 3

$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}_K$	$\bar{\Delta m}_C$	n	$\bar{\varphi}$	$\bar{\Delta m}_K$	$\bar{\Delta m}_C$	n
I				II			
0.084	1.129	1.333	9	0.001	1.126	1.321	6
210	082	291	9	074	098	298	5
280	050	244	8	187	078	268	5
375	017	178	8	256	056	224	6
461	037	213	8	389	045	210	6
579	014	162	9	575	064	253	6
670	047	219	6	778	121	309	5
733	073	216	7	891	125	337	5
809	081	285	6				
897	118	312	8				
996	134	335	7				
III				IV			
0.001	1.169	1.391	5	0.993	1.140	1.315	4
122	092	266	5	081	114	301	6
210	0.0	279	5	255	070	236	6
313	088	275	4	473	082	244	4
477	060	237	5	563	072	234	5
557	057	256	6	658	061	243	6
677	046	249	5	790	052	240	5
782	074	280	5	914	111	302	4
885	052	368	6				

Средние кривые блеска приведены на рис. 19, 20, 21 и 22 (а — кривая в синих лучах, б — кривая в желтых лучах, в — кривая изменения показателя цвета).

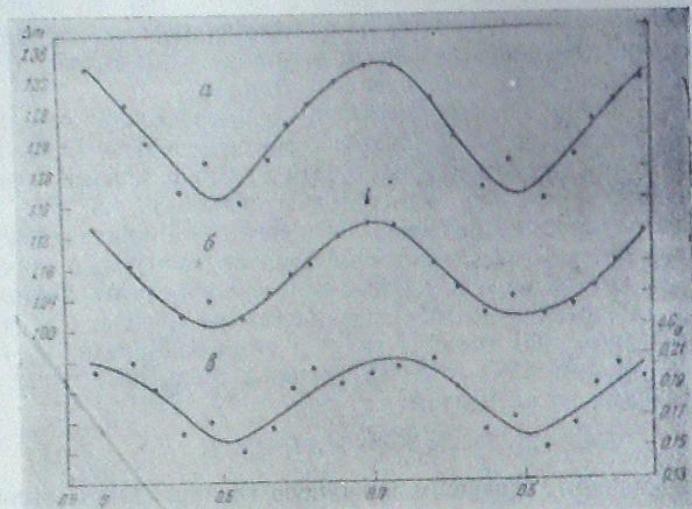


Рис. 19

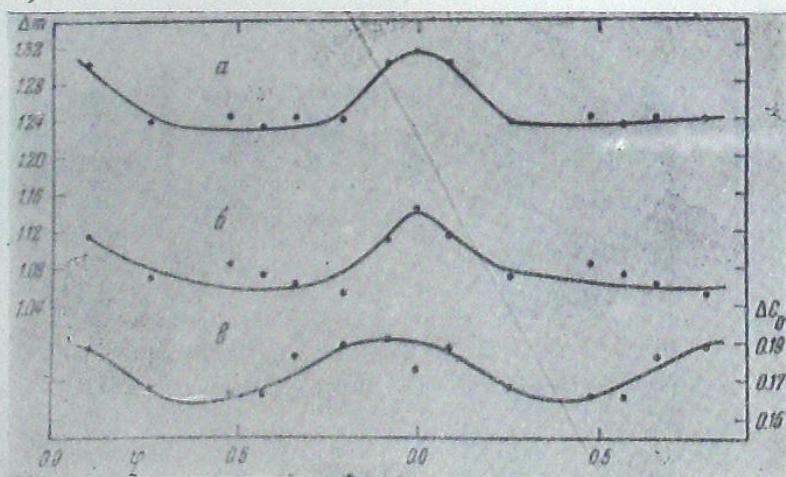


Рис. 20

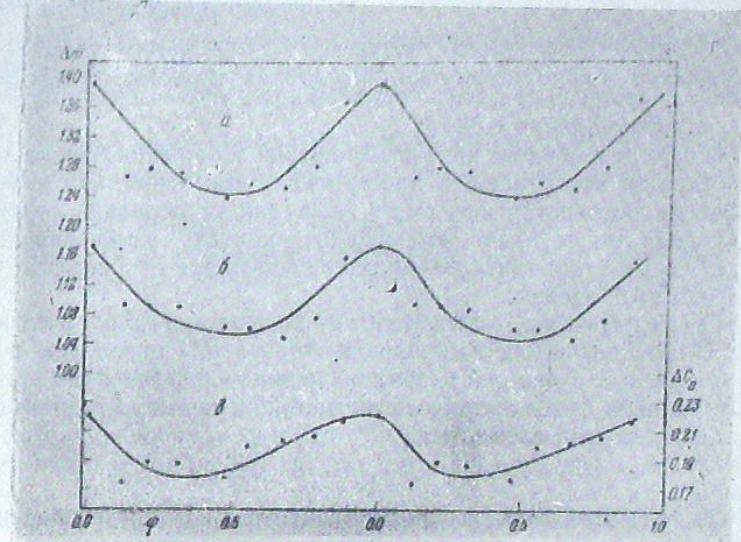


Рис. 21

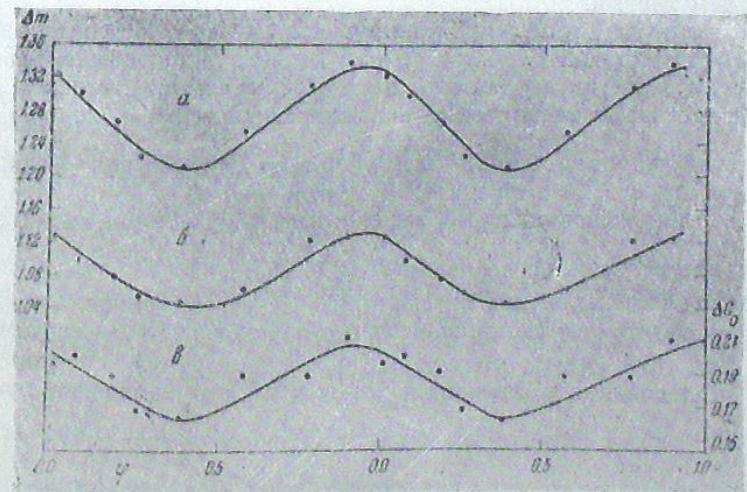


Рис. 22

Как видно, средние кривые в обоих участках спектра сходны между собой по форме.

Амплитуды изменения блеска средних кривых в трех случаях в синем фильтре больше, чем в желтом фильтре (рис. 19, 20, 21), а в четвертом (рис. 22) они одинаковы. В синем фильтре максимальная амплитуда для средних кривых достигает 0.17, а минимальная 0.08, в желтом фильтре максимальная амплитуда для средних кривых достигает 0.14, а минимальная 0.08.

Как видим, и в средних кривых амплитуда изменения блеска в Эридане не остается постоянной, а претерпевает изменения, что еще раз доказывает непостоянство как амплитуды, так и периода изменения блеска. Отсюда также видно, что средние кривые изменения блеска в Эридане не могут выявить и характеризовать все особенности изменения блеска этой звезды.

§ 2. О периодах изменения блеска в Эридане. На основе спектроскопических наблюдений Аирото [45] определил период изменения лучевых скоростей в Эридане равным 0.23667 дням. А. Бейкер [76] установил фотоэлектрическими наблюдениями изменения блеска в Эридане и вывел элементы:

$$\text{Max} = 2424465^{\circ}.764 + 0^{\circ}.15430E. \quad (6)$$

В 1929 году этой звездой заинтересовался В. П. Цесевич, определивший период изменения лучевых скоростей $P=0.1735073$. В статье, опубликованной в 1944 году, В. П. Цесевич [80] пишет, что кроме короткого периода изменения лучевых скоростей наблюдается еще долгий период изменения периода. Он дал два возможных значения для периода изменения периода: $P_1=38.75P$ и $P_2=39.49P$. При этом он пришел к заключению, что второй период лучше представляет наблюдения, чем первый.

В начале 1951 года, как упоминалось, Уокер наблюдал звезду электрофотометрически, а Струве параллельно наблюдал ее спектроскопически. Из этих наблюдений Уокер [82] заключил, что обе серии наблюдений — фотометрические и спектроскопические — хорошо пред-

ставляются периодом $P=0.174 \pm 0.001$. Уокер пересмотрел также наблюдения Аирото; за первоначальную величину взял $P=0.174$ и установил, что наблюдения Аирото, перекрывающие 15-месячный интервал, хорошо представляются периодом $P=0.17351$.

Период изменения как блеска, так и лучевых скоростей, выведененный Уокером, хорошо сходится с периодом, найденным Цесевичем.

В 1952 году Струве и его коллеги [84] предприняли спектроскопические исследования в Эридане и установили, что изменение лучевых скоростей состоит из двух колебаний с периодами: $P_1=0.1779$ и $P_2=0.1735089$, в результате чего происходит биение с периодом $P_3=6.9808$ дня.

Так как в дальнейшем мы будем употреблять обозначения: P_1 , K_1 , Δm_1 , P_2 , K_2 , Δm_2 , считаем необходимым дать им некоторые пояснения. Согласно Струве, Ван Хофи и другим P_1 , K_1 , Δm_1 пред-

ставляют, соответственно, период, половину амплитуды изменения лучевых скоростей и амплитуду изменения блеска такого колебания, в котором ширины линий не участвуют; P_2 , K_2 , Δm_2 соответственно, являются теми же элементами колебания, период которого найден в связи с изменением ширин линий.

В 1952 году Уокер [86] возобновил электрофотометрические наблюдения блеска и установил, что наблюдения, проведенные им в 1951—1952 годах, можно представить спектроскопическим периодом

$P_2=0.1735089$. Период биения P_3 , в отличие от спектроскопического — Уокера, получился равным 8.7 дня. Период P_1 также отличается у Уокера от спектроскопического периода; он равен $P_1=0.1770$.

В статье опубликованной в 1955 году Струве и Абьянкар [85], на основе спектроскопических наблюдений 1953 — 1954 годов, подтвердили ранее полученные периоды $P_1=0.1779$ и $P_2=0.1735089$, и, правда, пока еще неуверенно, добавили третий период $P_3=0.064$.

Во втором издании Общего каталога переменных звезд [12], в примечании для в Эридана приводится формула для определения гелиоцентрического момента максимума. Эта формула взята из нашей статьи [93], в которой мы пытались вычислить моменты максимумов одним периодом и синусоидальными добавочными членами, но, там же отмечали, что формула для вычисления моментов максимума выведена на основе немногочисленных электроколориметрических наблюдений. В действительности эта формула в поздних наблюдениях не оправдала себя. Поэтому здесь ее не приводим; мы не будем вовсе касаться также и способа получения этой формулы.

Из высказанного ясно видно, что звезда в Эридане имеет два периода изменения как лучевых скоростей, так и блеска, вследствие чего происходит биение с периодом приблизительно в 7 дней. Все эти периоды, выведенные разными исследователями в разное время, отличаются друг от друга. Поэтому мы задались целью еще раз проверить и уточнить на нашем наблюдательном материале выведенные ранее спектроскопически периоды.

Так как в большинстве случаев наши кривые не дают возможности непосредственно определять моменты максимумов, то для определения моментов максимумов мы поступили следующим образом. На прозрачной бумаге мы построили среднюю кривую изменения блеска в Эридане. Накладывая среднюю кривую на индивидуальные кривые, так чтобы наблюденная кривая совпадала в какой-нибудь части со средней кривой, мы находили наблюденные моменты максимумов. Всего из наших наблюдений было получено 33 момента максимума; к этому числу мы еще добавили 13 моментов максимума, взятых из кривых Уокера.

В таблице 4 приведены наблюденные максимумы изменения блеска в синих лучах, взятые из наших и кривых Уокера. Звездочки обозначены максимумы, полученные Уокером.

Исходя из того, что изменения блеска в Эридане являются следствием интерференции двух колебаний с периодами P_1 и P_2 мы выбрали моменты самых высоких — по сравнению с другими — максимумов, где должно происходить биение. Таких моментов оказалось 13. Они приведены в таблице 5.

В первом столбце таблицы 5 приведены наблюденные моменты максимумов в юлианских днях, во втором и третьем соответственно даны: эпохи и разности между наблюденными и вычисленными моментами максимумов, вычисленные по формуле:

$$\text{Max} = 2433629^{\circ}.280 + 0^{\circ}.1779E; \quad (7)$$

в четвертом и пятом — те же величины, вычисленные по формуле:

$$\text{Max} = 2433629^{\circ}.280 + 0^{\circ}.1735089E. \quad (8)$$

Таблица 4

Max hel. J. D.	Max. hel. J. D.	Max. hel. J. D.	Max. hel. J. D.
2433629.456	2433984.425	2434749.280	2435810.290
630.330	2434001.801*	2435036.449	814.220
655.309	002.854*	068.358	843.240
670.731*	003.732*	160.305	862.300
671.784*	013.794*	395.390	889.345
672.663*	014.832*	396.440	891.295
677.681*	020.719*	400.475	2436226.325
679.774*	029.755*	427.500	227.185
686.203	030.798*	457.320	247.165
951.475	655.393	804.275	248.225
953.573	663.425	807.325	
973.360	740.433	809.400	

Таблица 5

Max hel. J. D.	E ₁	O-C ₁	E ₂	O-C ₂	Наблюдатель
2433629.4560	1	-0.0019	1	0.0025	Кумсишвили
670.7310	233	0.0003	239	-0.0176	Уокер
677.6810	272	0.0122	279	-0.0080	Уокер
953.5730	1823	-0.0187	1869	0.0048	Кумсишвили
2434001.8010	2094	-0.0016	2147	-0.0026	Уокер
029.7550	2251	0.0221	2308	0.0165	Уокер
740.4330	6246	-0.0104	6404	0.0020	Кумсишвили
2435160.3050	4606	0.0176	8824	-0.0175	Кумсишвили
395.3900	2928	-0.0812	10179	-0.0371	Кумсишвили
807.3250	12243	0.0153	12553	-0.0122	Кумсишвили
843.2400	12445	-0.0055	12760	-0.0136	Кумсишвили
891.2950	14715	0.0165	13037	-0.0205	Кумсишвили
2436248.2150	14721	0.0791	15094	0.0017	Кумсишвили

Решая способом наименьших квадратов систему условных уравнений вида:

$$\Delta M_0 + E \Delta P = O - C, \quad (9)$$

мы определили ΔM_0 и ΔP , где первое — поправка начальной эпохи, а второе поправка периода. Е — эпоха и ($O-C$) — разности между наблюденными и вычисленными максимумами взяты из таблицы 5.

После исправления, элементы имеют следующие значения:

$$M_0 = 2433629^{\circ}.277, \quad P_1 = 0^{\circ}.17790414, \quad P_2 = 0^{\circ}.1735079.$$

Период биения P_2 вычислен по формуле:

$$\frac{1}{P_3} = \frac{1}{P_2} - \frac{1}{P_1} \quad (10)$$

и имеет значение $P_3 = 7.02556739$.

§ 3. О гипотезах для объяснения наблюденных явлений в звездах типа β Цефея. Изменения происходящие в звездах типа β Цефея еще не получили окончательного объяснения. В настоящее время мы имеем дело с гипотезами, каждая из которых качественно хорошо объясняет наблюдаемые явления, но все-таки оставляет некоторые пункты необъяснимыми, что заставляет прибегать к новым гипотезам.

В разное время многими авторами были предложены разные гипотезы для объяснения происходящих процессов в звездах типа β Цефея. Это — гипотеза турбулентных пятен, гипотеза полярно-экваториального колебания, гипотеза нерадиального колебания, гипотеза изверженной атмосферы и, наконец, недавно предложенная Ван-Хоффом гипотеза спаривания обычных радиальных колебаний разных форм.

Для объяснения сложных явлений, характерных для звезд типа β Цефея, большинство этих гипотез имеет одну общую точку зрения — сочетание эффекта вращения и пульсации звезды.

Все эти гипотезы подробно рассмотрены в статье Ван-Хоффа [97]. Здесь мы вкратце изложим их суть.

1. Гипотеза спутника. В 1934 году Мейер [24] высказал мысль, что звезда β Большого Пса имеет массивный спутник, вращающийся с периодом 0.250022 дня; спутник также пульсирует с малой амплитудой с периодом 0.2513015 дня; последний период тождествен с периодом изменения ширин линий. В дальнейшем эта мысль была развита и она казалась привлекательной, но, после того как стали известны и другие звезды этого типа, эта гипотеза уже не в силах объяснить, например, причину того, что все звезды данного типа принадлежат классу B и, что периоды обоих колебаний так близки.

2. Гипотеза турбулентных пятен. Струве [28] уделил особое внимание периодическому расширению и удвоению линий в спектрограммах звезд типа β Цефея. По его мнению, спутник должен вызывать местные возмущения вида «турбулентных пятен», которые должны производить темные и узкие линии поглощения; остальная поверхность остается нетронутой и достаточно однородной, и линии поглощения показывают заметное расширение, вызываемое быстрым вращением звезды вокруг оси.

Эта гипотеза вызывает ряд возражений, самим веским из которых, является то, что для пятна с умеренным диаметром лучевая скорость и ширина линий должны оставаться постоянными пока пятно не сходит из виду, в то время, как наблюдения противоположны этому и показывают непрерывное изменение данных факторов. Из-за сильных возражений, Струве окончательно отказался от гипотезы спутника и турбулентности, но придерживается мнения, что осевое вращение звезды является главным фактором в процессе расширения и удвоения линий.

3. Гипотеза полярно-экваториального колебания. В 1952 году при интерпретации явлений в звездах типа β Цефея некоторые астрономы стали придерживаться точки зрения, по которой звезды типа β Цефея представляют собой быстро вращающиеся отдельные звезды, испытыва-

вающие радиальную пульсацию со слегка отличными периодами у полюса и экватора. По мнению некоторых исследователей, различие между периодами полярного и экваториального колебаний вызвано сплюснутостью у полюса, которая в свою очередь вызвана быстрым вращением звезды. По мнению других исследователей, причиной этого различия является магнитное поле.

Слабое место гипотезы полярно-экваториального колебания в том, что она не в силах объяснить расширение линий.

4. Гипотеза нерадиального колебания. Гипотезу нерадиального колебания разработал Леду [94]. Суть нерадиального колебания заключается в том, что в случае свободного колебания кроме стационарной волны имеются еще и две бегущие волны, движущиеся вокруг оси в противоположных направлениях и все три частоты близки между собой. Каждая бегущая волна производит переменную линию, расширяющуюся с таким же периодом, как сама волна. На первый взгляд эта гипотеза казалась многообещающей для понимания сути звезд типа β Цефея, но сопоставление теории с наблюдениями не оказалось удовлетворительным. Кривые, полученные по изменениям ширин, смешены на четверть периода относительно кривых лучевых скоростей и это смещение отрицательно для переменной с более коротким периодом и положительно для остальных. А вычисления по теории дают обратные знаки. В то же время наблюдения в Большого Пса показали, что из двух бегущих волн оказалась только одна волна с большим периодом, а теория не смогла объяснить, почему другая волна не возбудилась.

Леду рассмотрел также случай вынужденного колебания, но это привело снова к гипотезе спутника.

5. Гипотеза изверженной атмосферы. Струве предложил гипотезу изверженной атмосферы как рабочую гипотезу; в дальнейшем эта гипотеза была развита Оджерсом. Она состоит в том, что звезды типа β Цефея регулярно выбрасывают атмосферу, которая поднимается на определенную высоту, а затем падает обратно на звезду. Один компонент каждой раздвоенной спектральной линии образуется в поднимающейся или падающей оболочке, а другой — в спокойной атмосфере. Можно сказать, что эта гипотеза объясняет почти все факты наблюдения в звездах типа β Цефея, кроме эквивалентных ширин. Эквивалентные ширины остаются постоянными, что указывает на то, что два компонента спектральных линий образуются из областей поверхности звезды, находящихся одна за другой, а не одна над другой.

6. Гипотеза спаривания обычных радиальных колебаний разных форм. Эта гипотеза, введенная 20 лет тому назад Клювером [96] для объяснения существования двух сходных периодов в нескольких звездах типа RR Лиры, применена Ван-Хофом [95], [97] к звездам типа β Цефея.

Суть гипотезы в том, что если звезда испытывает радиальную пульсацию с частотой σ в фундаментальной форме и пульсацию с частотой $v \approx 2\sigma$ в несколько более высокой форме, тогда посредством резонанса будет возбуждена пульсация с частотой $v - \sigma \approx \sigma$; последняя объединится с пульсацией с частотой σ и таким образом создаст биение.

Несмотря на то, что звезды типа RR Лиры сходны со звездами типа β Цефея в отношении периодов (у обоих типов наблюдается по два периода как по кривым лучевых скоростей, так и по кривым изменения блеска), большинство исследователей не склонно применять ги-

потезу спаривания в случае звезд типа β Цефея. Причина этого, вероятно, заключается, как отмечает Ван-Хоф, в том, что оба колебания должны иметь приблизительно одинаковое влияние линии в то время, как наблюдения показывают, что в процессе расширения линии принимает участие только одно колебание. По мнению Ван-Хофа это возражение не веско и легко устранимо.

Ван-Хоф допускает, что профиль линии создается количеством макротурбулений в атмосфере звезды и с изменением этого параметра изменяется ширина линий, но не эквивалентная ширина. А изменение турбулентности происходит из-за изменения температурного градиента. В свою очередь изменение температурного градиента происходит от сжатия или расширения звезды.

Если рассмотреть однородную звездную модель, то радиальное колебание в фундаментальной форме имеет амплитуду, которая увеличивается линейно с расстоянием от центра звезды и в этом случае сжатие будет вызывать увеличение градиента температуры, что в свою очередь должно вызвать турбулентность и расширение линий. А для радиальных колебаний с периодами слегка отличными от фундаментального, наоборот, амплитуда увеличивается очень быстро по направлению к поверхности звезды и верхний слой звезды будет испытывать более сильное сжатие, чем нижележащий. Следовательно, верхний слой нагреется сильнее нижнего и вызовет уменьшение градиента температуры, т. е. в этом случае уменьшение, увеличение или постоянство градиента температуры и поэтому турбулентция будет зависеть от того, насколько быстро повышается амплитуда в направлении на поверхность звезды.

Колебание, вызываемое резонансом, гораздо сильнее влияет на сжатие или расширение внешних видимых слоев, чем фундаментальное колебание. Следовательно, с точки зрения изменения температуры и наблюденной яркости этих слоев, первое будет эффективнее последнего. А на ширину линий резонансное колебание будет влиять меньше, чем фундаментальное. Если мы отождествим резонансное колебание с колебанием с элементами P_1, K_1 и Δm_1 , а фундаментальное колебание с элементами P_2, K_2 и Δm_2 , тогда найдут хорошее объяснение известные до сих пор факты, наблюденные в звездах типа β Цефея.

§ 4. Представление кривых блеска ν Эридана как результат интерференции и двух колебаний. Мы исходим из соображений, что переменная звезда ν Эридана имеет два периода колебания лучевых скоростей и этими же периодами хорошо удовлетворяются те кривые изменения блеска, которые имеют наибольшие амплитуды. Вместе с тем последняя гипотеза — гипотеза спаривания обычных радиальных колебаний разных форм — дает основание представлению изменения блеска ν Эридана как суммы двух колебаний.

Как мы увидим ниже, можно определить амплитуду изменения блеска и форму для составляющих кривых. Максимумы и минимумы блеска для составляющих кривых определяются с точностью до аддитивной постоянной.

Для определения составляющих кривых мы использовали метод, примененный Н. Ф. Флоря [98] для звезды AC Андромеды.

Для всех индивидуальных наблюдений мы вычислили фазы ϕ_1 и ϕ_2 , как с первым, так и со вторым периодом. Мы выработали все такие

наблюдения, при которых φ_1 приблизительно равно φ_2 , то есть, все такие наблюдения, где должно происходить биение, совпадение фаз. Мы построили среднюю кривую изменения блеска по фазам $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ и соответствующим наблюденным значениям блеска. В дальнейшем, первой искомой кривой мы будем называть слагаемую кривую, меняющуюся с периодом $P_1 = 0.1779014$, а второй искомой — слагаемую кривую, меняющуюся с периодом $P_2 = 0.1735079$. Обозначим буквой A максимум и буквой B минимум той кривой, которая построена по фазам $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$, когда φ_1 достаточно близка к φ_2 и соответствующим значениям блеска.

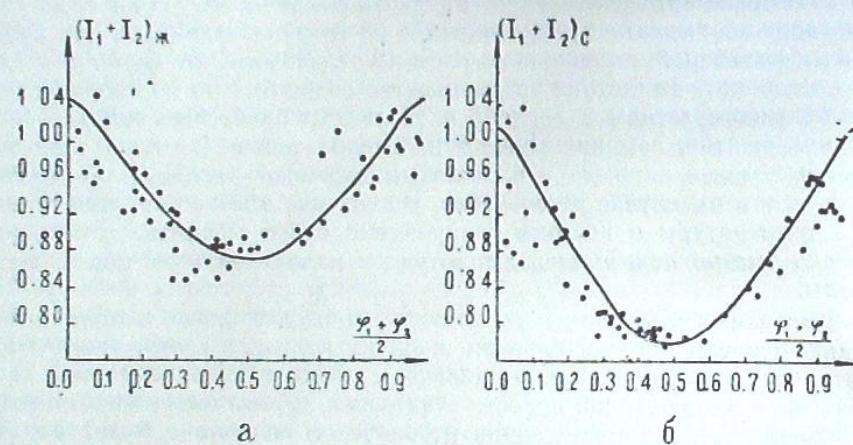


Рис. 23

На рис. 23 на оси абсцисс отложены фазы $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$, когда φ_1 достаточно близко к φ_2 , а на оси ординат — соответствующие значения блеска. Кривая a соответствует желтым лучам, кривая b — синим.

Очевидно, что максимумы этих кривых состоят из двух слагаемых. Одно является максимумом блеска первой искомой кривой, а вторая слагаемая — максимумом блеска второй искомой кривой. Аналогично, минимумы этих кривых будут суммами минимумов блеска первой и второй искомых кривых. Поэтому мы можем написать, что (в желтых лучах)

$$J_{ж1\max} + J_{ж2\max} = A_{ж}, \quad (11)$$

$$J_{ж1\min} + J_{ж2\min} = B_{ж}, \quad (12)$$

где $J_{ж1\max}$ и $J_{ж1\min}$ суть максимум и минимум блеска первой искомой кривой, соответственно, а $J_{ж2\max}$ и $J_{ж2\min}$ — те же величины, относящиеся ко второй искомой кривой. Аналогичные уравнения будут в синих лучах с индексом C .

На рис. 23 видно, что минимумы обеих кривых не острые, а протираются приблизительно от 0.4 до 0.6 фазы; то есть минимумы обеих искомых кривых должны быть приблизительно постоянны в этом ин-

тервале; поэтому если мы возьмем все наблюдения, когда φ_2 меняется между фазами 0.4 и 0.6, и построим кривую блеска по фазам φ_1 и соответствующими значениями блеска, когда $0.4 < \varphi_2 < 0.6$, мы получим кривую изменения блеска первой искомой кривой, на которой наложен минимум блеска второй искомой кривой.

На рис. 24 кривая a относится к желтым лучам, кривая b — к синим. Максимумы этих кривых, которые мы обозначим через $C_{ж}$ и $C_{с}$ должны состоять из максимума первой и минимума второй искомой кривой. Мы можем написать уравнение:

$$J_{ж1\max} + J_{ж2\min} = C_{ж}, \quad (13)$$

Аналогичное уравнение будет для синих лучей.

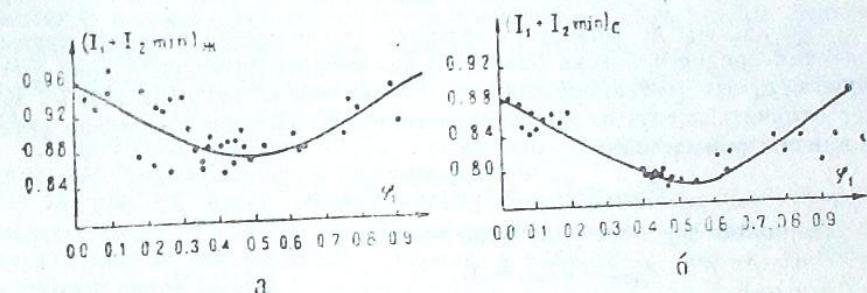


Рис. 24

Таким же образом мы строим кривую блеска по фазам φ_2 и соответствующим наблюденным значениям блеска, когда φ_1 меняется между фазами 0.4 и 0.6, т. е. теми значениями блеска, к которым добавлен минимум первой искомой кривой блеска.

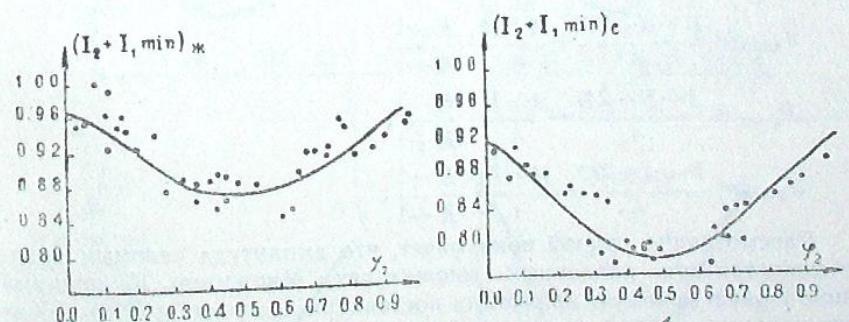


Рис. 25

На рис. 25 левая кривая a относится к желтым лучам, а правая b — к синим.

Обозначая максимумы этих кривых через $D_{ж}$ и $D_{с}$, мы можем написать четвертое уравнение:

$$J_{\text{ж}1\text{max}} + J_{\text{ж}1\text{min}} = D_{\text{ж}}, \quad (14)$$

Аналогичное уравнение будет для синих лучей.

Мы имеем четыре уравнения с четырьмя неизвестными; это как бы достаточно для определения неизвестных: $J_{1\text{max}}$, $J_{2\text{max}}$, $J_{1\text{min}}$, $J_{2\text{min}}$. Но, легко видеть, что из этих уравнений независимые только три. Действительно, $A+B-C=D$. Поэтому, для решения задачи надо иметь еще одно уравнение.

Для случая AC Андромеды Н. Ф. Флоря ввел пятое уравнение допустив, что звезда состоит из двух короткопериодических цефеид. Из зависимости «период — блеск» он получал, что значения среднего блеска составляющих цефеид не должны отличаться друг от друга из-за малой разницы в периодах, т. е. он вводил уравнение:

$$J_{1\text{max}} + J_{1\text{min}} = J_{2\text{max}} + J_{2\text{min}}. \quad (15)$$

Так как мы не можем утверждать, что у наших искомых кривых значения среднего блеска равны, то мы вводим пятое уравнение с допущением, что медианное значение блеска обеих искомых кривых может отличаться друг от друга множителем K . И в нашем случае пятое уравнение примет вид:

$$J_{1\text{max}} + J_{1\text{min}} = K(J_{2\text{max}} + J_{2\text{min}}). \quad (16)$$

Напишем все пять уравнений вместе:

$$\left. \begin{array}{l} J_{1\text{max}} + J_{2\text{max}} = A, \\ J_{1\text{min}} + J_{2\text{min}} = B, \\ J_{1\text{max}} + J_{2\text{min}} = C, \\ J_{2\text{max}} + J_{1\text{min}} = D, \\ J_{1\text{max}} + J_{1\text{min}} = K(J_{2\text{max}} + J_{2\text{min}}). \end{array} \right\} \quad (17)$$

Рассмотрим корни системы уравнений

$$\left. \begin{array}{l} J_{1\text{max}} = \frac{A-B+2C}{4} + \frac{A+B}{4} \cdot \frac{K-1}{K+1}, \\ J_{1\text{min}} = \frac{B-A+2D}{4} + \frac{A+B}{4} \cdot \frac{K-1}{K+1}, \\ J_{2\text{max}} = \frac{A-B+2D}{4} - \frac{A+B}{4} \cdot \frac{K-1}{K+1}, \\ J_{2\text{min}} = \frac{B-A+2C}{4} - \frac{A+B}{4} \cdot \frac{K-1}{K+1}. \end{array} \right\} \quad (18)$$

Рассмотрение кривой показывает, что амплитуда искомых кривых не меняется при различных множителях. Множитель K поднимает лишь первую искомую кривую на постоянную величину и опускает вторую искомую кривую на ту же величину или наоборот. Так, что суммарная кривая от множителя K не меняется. Этим способом мы можем найти искомые кривые с точностью до аддитивной постоянной.

Можно было бы поступить по другому. Обозначим амплитуду первой искомой кривой через a_1 второй — a_2 . Тогда очевидно, что

$$\left. \begin{array}{l} a_1 + a_2 = A_1 \\ a_1 - a_2 = A_2 \end{array} \right\} \quad (19)$$

где A самая большая амплитуда, а A_2 — самая низкая; но из наблюдений кривых уверенно определить A_1 и A_2 невозможно, если не имеется непрерывного ряда наблюдений.

Для величин A , B , C и D в желтых лучах были взяты следующие значения: $A_{\text{ж}} = 1.050$, $B_{\text{ж}} = 0.876$, $C_{\text{ж}} = 0.956$, $D_{\text{ж}} = 0.970$. В синих лучах были взяты: $A_{\text{с}} = 1.020$, $B_{\text{с}} = 0.780$, $C_{\text{с}} = 0.880$ и $D_{\text{с}} = 0.920$. Решением системы уравнений (17) мы получили в желтых лучах

$$J_{\text{ж}1\text{max}} = 0.522 + C_1, \quad J_{\text{ж}1\text{min}} = 0.442 + C_1,$$

$$J_{\text{ж}2\text{max}} = 0.528 - C_1, \quad J_{\text{ж}2\text{min}} = 0.434 - C_1,$$

в синих лучах: $J_{\text{с}1\text{max}} = 0.500 + C_2$, $J_{\text{с}1\text{min}} = 0.400 + C_2$

$$J_{\text{с}2\text{max}} = 0.520 - C_2, \quad J_{\text{с}2\text{min}} = 0.380 - C_2.$$

Имея для каждой искомой кривой максимальное и минимальное значения блеска, легко найти путем вычитания составляющие искомые кривые. Действительно, если вычесть найденное $J_{2\text{min}}$ из кривой, построенной по фазам φ_1 (рис. 24), то получится первая искомая кривая.

Аналогично, вычитая $J_{1\text{min}}$ из кривой, построенной по фазам φ_2 (рис. 25), получим вторую искомую кривую.

На рис. 26 левая верхняя кривая есть первая искомая кривая в желтых лучах, а нижняя левая — вторая искомая кривая в желтых лучах; правые же: верхняя — первая, а нижняя — вторая искомые кривые в синих лучах.

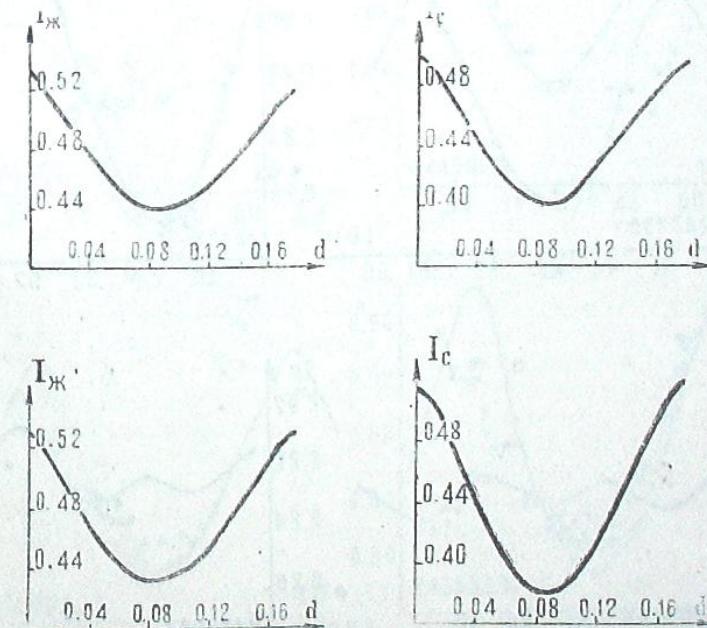


Рис. 26

На основе найденных нами двух кривых для каждой ночи были построены суммарные кривые. Для иллюстрации приводим несколько

кривых. На рис. 27 — 32 сплошные кривые представляют собой вычисленные кривые, а точки обозначают наблюденный блеск. По оси абсцисс отложены юлианские дни, по оси ординат — интенсивности в

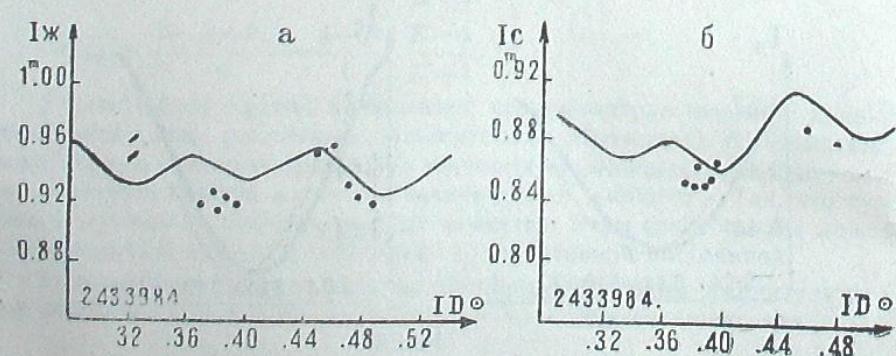
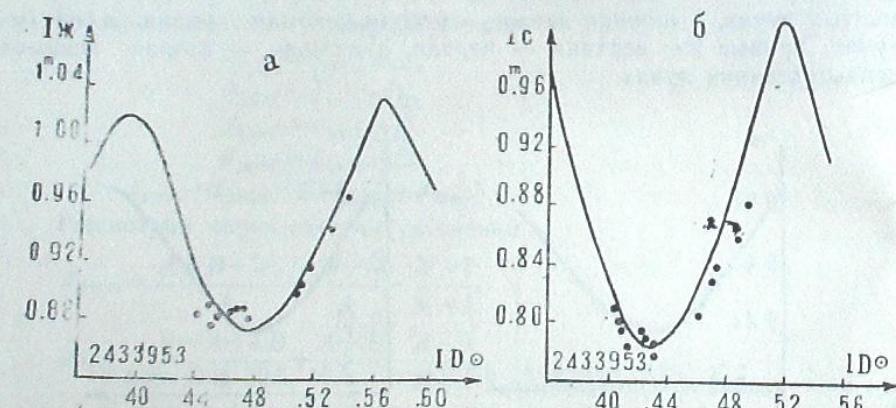
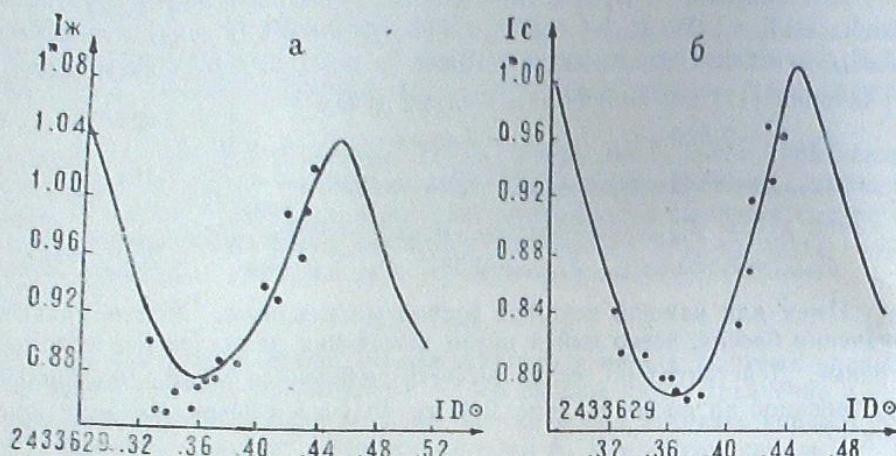


Рис. 27, 28, 29

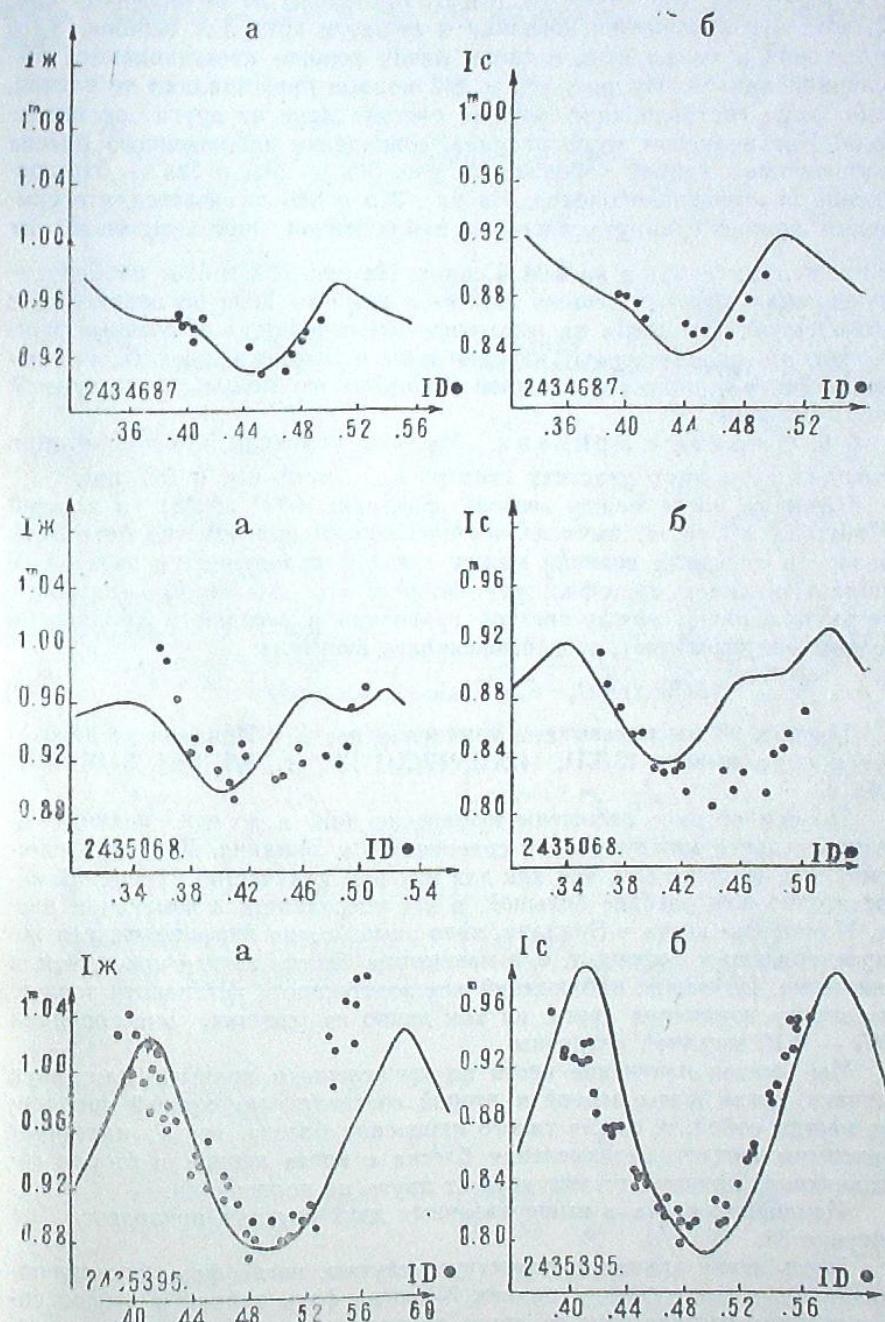


Рис. 30, 31, 32

относительных единицах. Кривые *a* соответствуют желтым лучам, кривые *b* — синим.

На рис. 27а три точки (2, 3 и 5) отклонены от вычисленной кривой, хотя эти отклонения невелики и лежат в пределах ошибок. Зато наблюдения в ту же ночь в синих лучах хорошо представляются вычисленной кривой. На рис. 29а и 29б кривые представляют те случаи, когда фазы составляющих кривых отстоят друг от друга на полпериода. Как видно из этого рисунка, совпадение наблюденного блеска с вычисленной кривой хорошее. На рис. 30а — 31б и 32а — 32б совпадение сравнительно плохо. На рис. 31а и 31б замечается, что суммарная кривая сдвинута влево от наблюденной приблизительно на 0.02 в желтых лучах и на 0.04 в синих. На рис. 32а и 32б наоборот — вычисленная кривая смещена вправо и немного вниз по сравнению с наблюденной. Несмотря на некоторые исключения, вычисленные кривые хорошо удовлетворяют наблюдениям и можно заключить, что переменность в Эридане с большой вероятностью может быть суммой двух пульсаций.

§ 5. О цвете в Эридане. Мы уже отмечали, что наблюдения проводились в двух участках спектра $\lambda_{\text{eff}} = 381 \text{ мкм}$ и 527 мкм .

Разности цвета между звездой сравнения (HD 28843) и звездой в Эридане $\Delta C(a, v)$ вычислялись следующим образом: из $\Delta m_c(a, v)$ (разности звездных величин между звездой сравнения и звездой в Эридане в синем светофильтре) вычитались $\Delta m_w(a, v)$ (разности звездных величин между звездой сравнения и звездой в Эридане в желтом светофильтре), т. е. вычислялась формула:

$$\Delta C(a, v) = C_a - C_v = \Delta m_c(a, v) - \Delta m_w(a, v) \quad (20)$$

На рис. 33 мы показываем изменения цвета в Эридане за некоторые ночи, а именно 13/XII, 14/XII, 17/XII 1950 г., 8/I, 8/II, 31/X, 2/XI 1951 г.

По оси абсцисс отложены юлианские дни, а по оси ординат — разности цвета между звездой сравнения и в Эридане. Других наблюдений мы не приводим, так как для них или количество измерений недостаточно или разброс большой, и нет уверенности в изменении цвета. Изменение цвета в Эридане, явно заметное на графике, такого же характера как у цефенов, т. е. в максимуме блеска звезда синее, чем в минимуме. Из наших наблюдений нет возможности установить точную амплитуду изменения цвета, но как видно из рисунка, она порядка 0.05 — 0.10 звездной величины.

Мы вывели изменение цвета по вычисленным кривым для двух случаев, когда фазы первой и второй составляющих кривой совпадают между собой, т. е. для такого изменения блеска, когда наступает максимум амплитуды изменения блеска и когда первая и вторая составляющие кривые отстают друг от друга на полпериода.

Изменения цвета в вышеуказанных двух случаях приводятся на рисунке 34.

Здесь левая кривая соответствует случаю, когда фазы составляющих кривых совпадают, а правая — когда фазы первой и второй составляющих отстают друг от друга на полпериода. По оси абсцисс отложены дни, по оси ординат — разности цвета между звездой сравнения и в Эридане в звездных величинах. Амплитуда изменения цвета по вычисленным кривым меняется от 0.085 до 0.040 в зависимости от совпадения фаз составляющих кривых. Надо отметить, что изменение

цвета в Эридане не было до сих пор обнаружено другими наблюдателями.

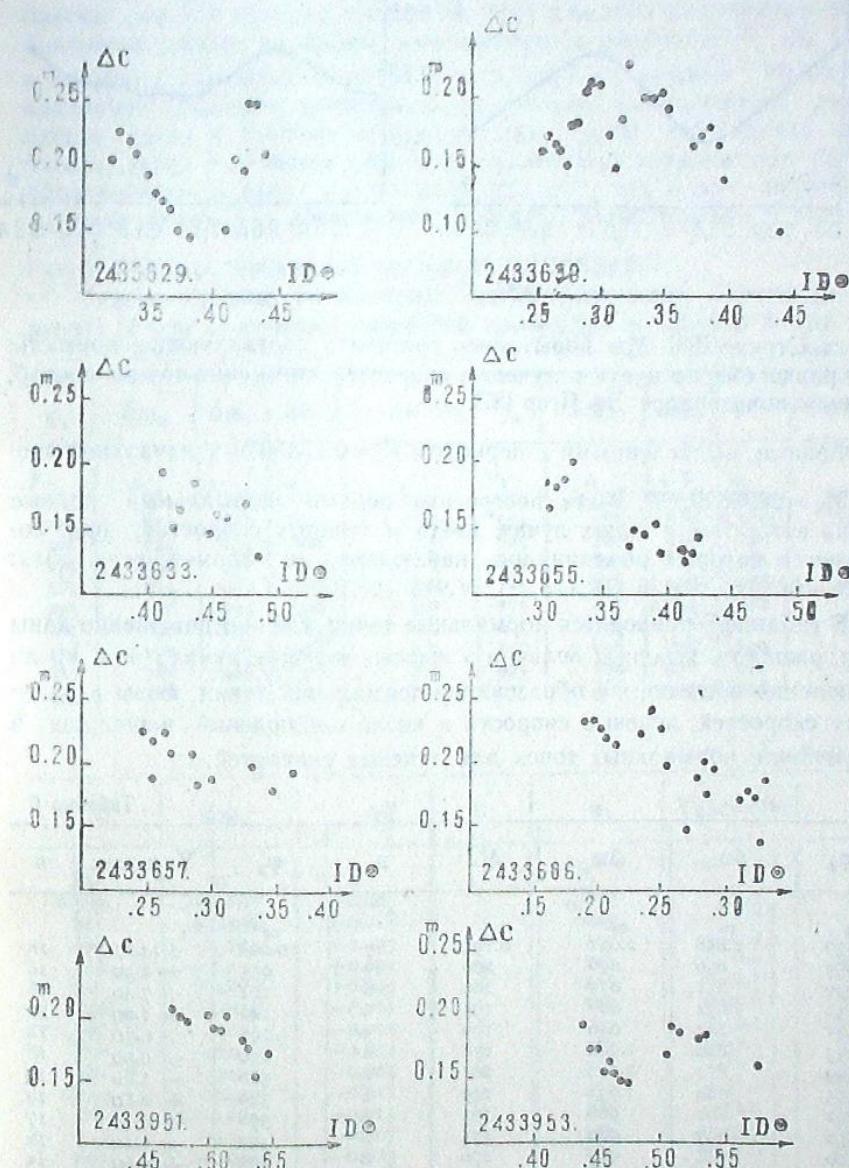


Рис. 33

§ 6. Проверка теории пульсаций. Для того, чтобы проверить теорию пульсации, определить радиус звезды и оценить его изменение, мы сопоставили кривые изменения блеска, цвета и лучевых скоростей в Эридане, используя наши наблюдения, выполненные в 1951 — 1954 гг., и наблюдения лучевых скоростей, полученные в

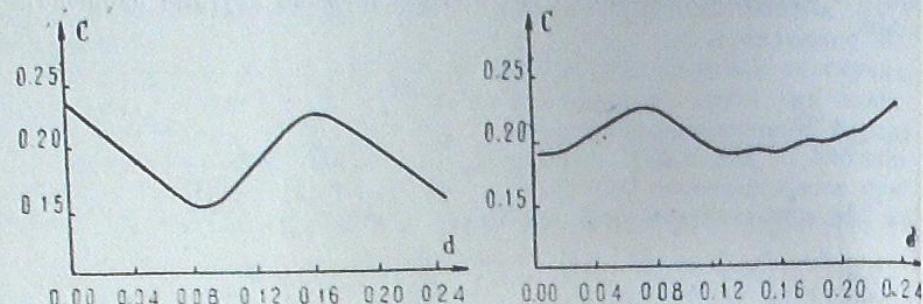


Рис. 34

1954 г. Струве [85]. Мы попытались составить составляющие нормальные кривые блеска цвета и лучевых скоростей, применив тот же способ, которым пользовался Де Ягер [87].

Фазами, вычисленными с периодом $P_2 = 0.1735079$ и начальной эпохой $M_0 = 2833629.277$, были построены первые нормальные кривые блеска в желтых и синих лучах, цвета и лучевых скоростей, при составлении которых объединялись наблюдения в промежутках фаз: $0^{\circ}0.025 - 0^{\circ}0.075$, $0^{\circ}0.075 - 0^{\circ}0.125$, ..., $0^{\circ}0.975 - 0^{\circ}1.25$.

В таблице 6 приводятся нормальные точки, где соответственно даны фазы, разности звездных величин в желтых и синих лучах, цвет, число наблюдений вошедших в образование нормальной точки, фазы для лучевых скоростей, лучевые скорости и число наблюдений, вошедших в образование нормальных точек для лучевых скоростей.

Таблица 6

φ_2	Δm_{jk}	Δm_c	ΔC	n	φ_2	V_R км/сек	n
0.999	1.858	2.052	0.194	7	0.008	+14.17	18
0.53	856	056	200	13	055	+8.30	18
0.99	831	033	202	6	101	+7.40	16
1.52	832	027	195	6	146	+1.00	20
2.01	841	040	199	5	196	+0.50	18
2.53	820	1.996	176	8	250	-0.90	18
2.99	811	2.012	201	8	300	-1.80	17
3.55	784	1.933	149	6	349	+2.80	19
4.02	801	966	165	8	398	+6.40	17
4.56	807	982	175	8	452	+9.40	16
5.00	788	964	176	8	499	+13.60	15
5.50	792	968	176	10	553	+19.4	15
6.02	787	918	131	5	603	+22.80	20
6.45	794	966	172	8	654	+26.80	14
7.06	801	982	181	7	696	+32.10	15
7.47	826	987	158	4	750	+28.70	18
8.03	854	2.042	188	7	801	+32.50	17
8.50	870	072	202	5	851	+26.40	18
8.96	865	058	203	8	905	+27.40	16
9.53	860	062	202	11	953	+22.90	18

Сглаженные кривые блеска в желтых и синих лучах, цвета и лучевых скоростей, построенные по P_2 , даны в таблице 7, где φ_2 , Δm_{jk} , ΔC и V_R имеют тот же смысл, что в таблице 6.

Затем были составлены вторые составляющие нормальные кривые блеска, цвета и лучевых скоростей. Для каждого индивидуального наблюдения звезды, по фазам, вычисленным с периодом P_2 , мы входили в первую сглаженную кривую блеска, цвета и лучевых скоростей и найденную величину вычитывали из данного наблюденного значения блеска, цвета и лучевых скоростей. Для второй нормальной кривой блеска, цвета и лучевых скоростей ординатами служили эти разности, объединенные в таких же промежутках фаз, как и при первой нормальной кривой, а абсциссами — фазы, вычисленные с периодом

$$P_1 = 0.1779014 \text{ и начальной эпохой } M_0 = 2433629.277.$$

Таким образом, вычисленные нормальные точки блеска (в синих лучах), цвета и лучевых скоростей приведены в таблице 8, где также

Таблица 7

φ_2	Δm_{jk}	Δm_c	ΔC	V_R км/сек	φ_2	Δm_{jk}	Δm_c	ΔC	V_R км/сек
P_2	m	m	m		P_1	m	m	m	
0.025	1.860	2.048	0.200	+13.0	0.525	1.788	1.956	0.170	+15.0
0.075	852	048	200	7.0	575	788	960	170	20.0
0.125	844	044	200	3.5	625	788	966	170	25.0
0.175	836	032	196	1.0	675	800	976	174	28.9
0.225	824	020	194	0.0	725	816	990	178	30.0
0.275	816	004	190	0.0	775	828	2.004	182	30.0
0.325	800	1.986	187	1.0	825	848	016	187	29.0
0.375	792	970	182	3.5	875	856	028	190	27.0
0.425	788	960	178	7.0	925	860	036	194	23.0
0.475	788	956	174	11.0	975	860	044	198	18.0

Таблица 8

φ_1	Δm_c	ΔC	n	φ_1	V_R км/сек	n
P_1	m	m		P_1	+	16
0.999	-0.001	-0.005	6	0.000	9.3	16
0.51	+0.036	+0.018	6	0.049	+5.7	19
0.98	+0.031	+0.003	5	101	+3.4	19
1.45	+0.035	+0.009	9	146	-0.6	19
2.03	+0.034	+0.009	8	203	-2.5	23
2.50	+0.028	-0.001	11	250	-5.0	16
2.95	-0.013	-0.002	7	302	-8.7	19
3.56	-0.050	-0.012	4	352	-7.3	14
4.03	+0.016	-0.004	7	406	-9.5	15
4.49	-0.019	-0.011	9	453	-11.2	15
5.06	+0.001	-0.015	4	504	-11.0	13
5.47	+0.005	-0.007	6	551	-7.6	16
6.01	-0.021	-0.023	7	601	-2.9	18
6.48	-0.019	-0.072	8	651	-3.6	17
6.93	-0.004	-0.002	10	700	+5.2	18
7.48	+0.025	+0.009	10	749	+2.2	15
7.97	+0.021	+0.004	11	799	+9.0	18
8.44	+0.012	-0.004	8	844	+8.2	14
9.01	-0.025	-0.007	5	895	+11.5	20
653	-0.098	+0.005	5	925	+10.6	21

соответственно даны фазы, разности звездных величин в синих лучах, разности цвета для звезды сравнения и переменной, число наблюдений вошедших в нормальные точки, фазы для лучевых скоростей, лучевые скорости и число наблюдений, вошедших в нормальные точки для лучевых скоростей. Сглаженные кривые блеска в синих лучах и лучевых скоростей, построенные по периоду P_1 , даны в таблице 9. На рис. 35, 36 показаны первые и вторые составляющие нормальные кривые блеска, цвета и лучевых скоростей. Как видно из чертежа, для обеих кривых (первой и второй) в максимуме блеска звезда синее и если изменение лучевых скоростей интерпретировать как результат пульсации, то максимум блеска соответствует максимальному сжатию звезды. Очевидно имеется тесная связь между блеском, цветом и лучевой скоростью звезды. По-видимому, для обеих составляющих звездной переменности имеют место одинаковые соотношения, откуда видно, что обе составляющие должны получить одинаковую интерпретацию, например, пульсацию. Нельзя приписать одну составляющую переменности пульсации, а другую орбитальному движению, или темному пятну на диске звезды или спутнику, движущемуся вокруг звезды [24].

Таблица 9

φ_1	Δm_c	ΔC	V_R км/сек	φ_1	Δm_c	ΔC	V_R км/сек
P_1				P_1			
0.025	0.026	0.016	7.0	0.525	-0.018	-0.010	-10.0
0.75	0.36	0.014	4.0	0.575	-0.018	-0.010	-8.0
1.25	0.36	0.012	1.0	0.625	-0.018	-0.010	-4.0
1.75	0.30	0.010	— 2.0	0.675	-0.012	-0.008	0.0
2.25	0.20	0.006	— 4.0	0.725	-0.008	-0.004	3.0
2.75	0.08	0.002	— 6.0	0.775	-0.004	0.000	6.0
3.25	0.00	-0.002	— 8.0	0.825	0.000	0.004	9.0
3.75	-0.008	-0.006	— 10.0	0.875	0.008	0.008	10.0
4.25	-0.012	-0.008	— 10.0	0.925	0.016	0.012	10.0
4.75	-0.012	-0.010	— 10.0	0.975	0.024	0.014	10.0

В 1926 г. Бааде [99] разработал полуэмпирический способ для непосредственной проверки пульсационной гипотезы путем точных измерений блеска, цвета и лучевых скоростей переменной. Бааде допускал, что цефеида излучает как абсолютно черное тело. Тогда на основе наблюденного цвета для всех фаз цикла может быть вычислена поверхностная яркость в произвольных единицах. Площадь получается делением наблюденного блеска на поверхностную яркость, следовательно, радиус получится как функция фазы, в произвольных единицах. Таким образом может быть вычислена кривая изменения радиуса звезды для всего цикла изменения блеска. С другой стороны, интегрированием кривой лучевых скоростей можно получить смещение поверхности в зависимости от фазы. Эти графики должны быть согласованы между собой по фазе.

Бекер [100] отказался от допущения о применимости для звезд закона излучения черного тела, так как излучение звезд отклоняется от закона излучения черного тела, и допустил, что существует однозначное соотношение между цветом и поверхностной яркостью, одинаковое для всех цефеид. Этим допущением пользуется и Весселинк [101], способ которого мы пытались применить. Основное допущение Весселин-

ка, — это существование однозначного соотношения между цветом и поверхностной яркостью, что справедливо для отдельно взятой звезды.

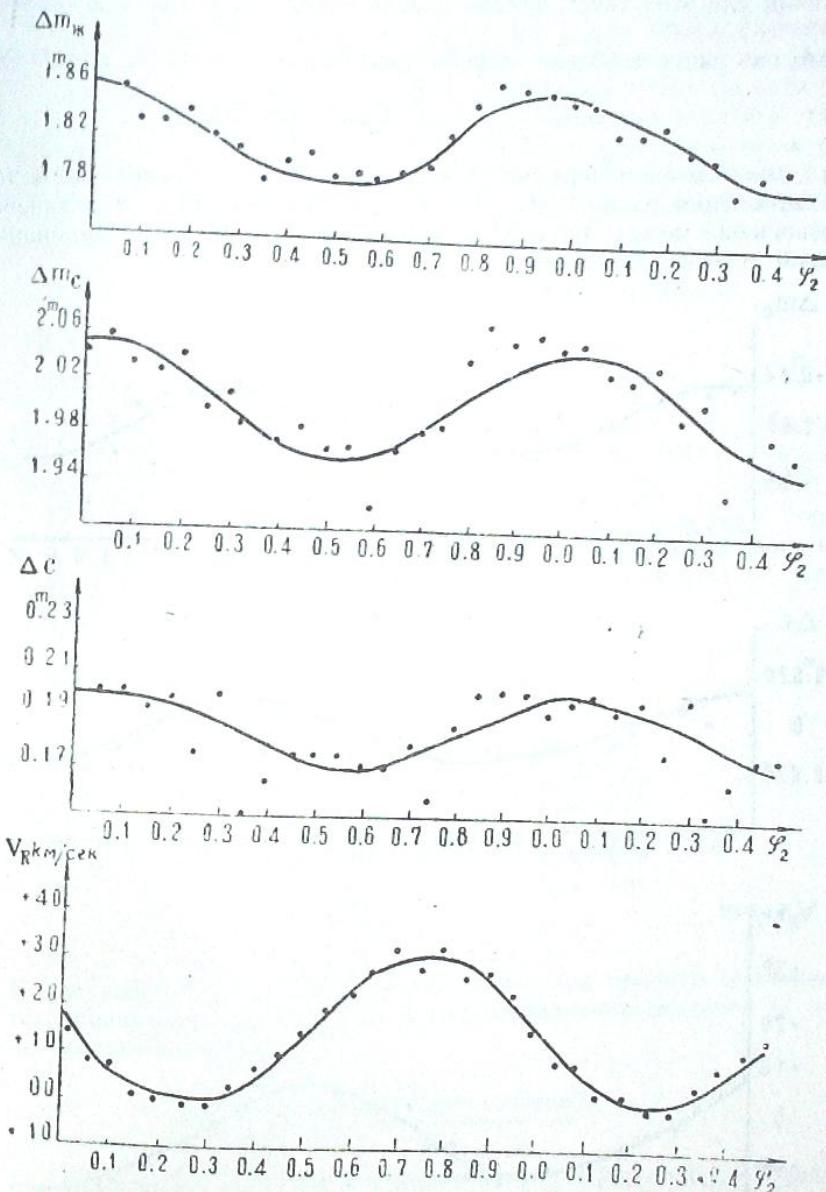


Рис. 35

Весселинк обозначает через m и m' фотовизуальные и фотоэлектрические величины; при этом $m - m'$ будет показателем цвета. Рассмотрим две фазы кривой блеска, в которых показатели цвета имеют одинаковые значения. Согласно основному допущению поверхностные

яркости в этих фазах должны быть одинаковыми. Разность звездных величин для этих точек кривой блеска будет $\Delta m = \Delta m' = \Delta \frac{m+m'}{2}$

и это различие в блеске вызвано различиями в площади поверхности

$$\Delta \frac{m+m'}{2} = 2 \frac{1}{2} \Delta \lg R^2 = 5 \lg e P / \bar{R} \Delta D, \quad (21)$$

где $D = \int V dt$ смещение поверхности; $\Delta R = P \Delta D$; P для обычного закона потемнения равно $24/17$. Для того, чтобы проверить это линейное соотношение между Δm и ΔD , следует получить ΔD интегрированием кривой лучевых скоростей.

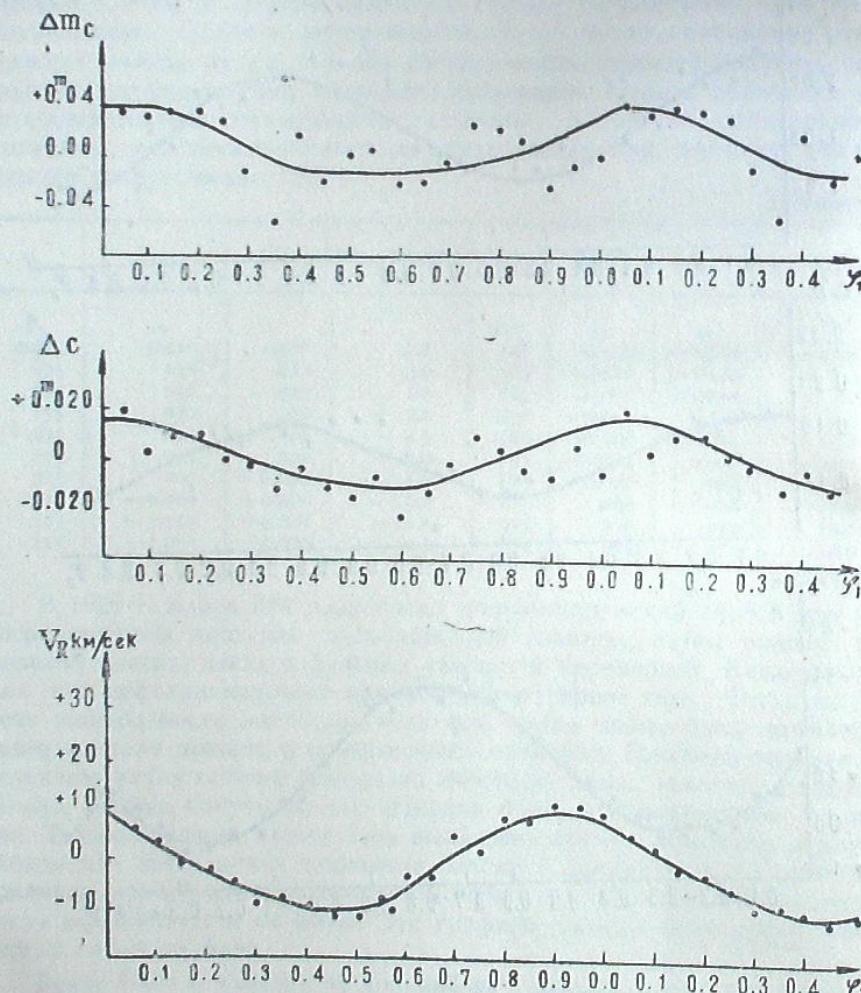


Рис. 36

Для того, чтобы получить истинную радиальную скорость расширения звезды, лучевую скорость, полученную из измерений допплеровского эффекта спектральных линий, следует умножить на $3/2(\bar{V}/\bar{V}) =$

$\frac{3}{2}$, (\bar{V}) — разность между измеренной лучевой скоростью и скоростью центра звезды).

Весселинк разложил в ряд Фурье функцию \bar{V} и затем провел почлененное интегрирование. По Весселинку на основе наблюдательных данных проверяется соотношение (21) и, если наблюдаемые точки дают прямую линию, пульсационная гипотеза подтверждается. Удачная проверка пульсационной теории приводит к определению среднего значения радиуса переменной в абсолютных единицах.

Для определения среднего значения радиуса Весселинк решает по способу наименьших квадратов систему условных уравнений вида:

$$\frac{1}{2a+1} (m+m') + \frac{2}{2a+1} \frac{5 \lg e}{\bar{R}/P} D + \text{const} = m - m' \quad (22)$$

относительно неизвестных $\frac{1}{2a+1}$, $\frac{2}{2a+1}$, $\frac{5 \lg e}{\bar{R}/P}$ и const,

где a — коэффициент линейной зависимости между поверхностной яркостью $\sigma = a(m' - m) + \text{const}$ и показателем цвета. Такие уравнения составляются для 25 значений фаз $0^\circ.00, 0^\circ.04, 0^\circ.08, \dots, 0^\circ.096$.

Мы пытались применить метод Весселинка к случаю ν Эридана, для чего использовали первые составляющие сглаженные кривые блеска, цвета и лучевых скоростей, построенные с периодом P_2 . Функцию V_i мы разложили в ряд Фурье:

$$\bar{V} = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos 2\pi n\varphi + b_n \sin 2\pi n\varphi). \quad (23)$$

Коэффициенты Фурье имеют следующие значения:

$a_0 = 10.25$	$b_1 = 10.81$
$a_1 = 0.62$	$b_2 = -0.29$
$a_2 = -0.17$	$b_3 = -0.17$
$a_3 = 0.34$	$b_4 = -0.29$
$a_4 = 0.00$	$b_5 = 0.14$
$a_5 = -0.04$	
$a_6 = -0.08$	

После вычисления коэффициентов Фурье мы провели почлененное интегрирование выражения (23) и для определения значения D получили следующее выражение:

$$D = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n \sin 2\pi n\varphi + b_n (1 - \cos 2\pi n\varphi)}{n}. \quad (24)$$

Аддитивная постоянная (постоянная интегрирования) определяется таким образом, чтобы минимальное значение D равнялось нулю. Мы получили значения смещения D в зависимости от фазы (для 25 значений фаз), которые приведены в таблице 10, а кривая смещения и первая нормальная кривая лучевых скоростей приведены на рис. 37.

Для определения среднего радиуса звезды мы решили систему условных уравнений вида (22) по способу наименьших квадратов. Наша попытка не дала удовлетворительных результатов. Средний радиус оказался отрицательным. Как известно, метод Весселинка применялся

для некоторых звезд типа β Цефея [10]. Он дал приемлемый результат в случае самой β Цефея, которая имеет только один период изменения блеска и лучевых скоростей и не показывает периодического расширения линий.

Таблица 10

φ^2	$D \times 10^4 \text{ км}$	φ_2	$D \times 10^4 \text{ км}$	φ_3	$D \times 10^4 \text{ км}$	φ_4	$D \times 10^4 \text{ км}$	φ_5	$D \times 10^4 \text{ км}$
P ₂		P ₃		P ₄		P ₅		P ₆	
0.00	0.0	0.20	-7.4	0.40	-19.3	0.60	-20.4	0.80	-8.3
0.4	-0.3	2.4	-9.3	4.4	-20.0	6.4	-18.6	8.4	-5.8
0.8	-1.1	2.8	-12.6	4.8	-21.4	6.8	-16.3	8.8	-3.6
1.2	-2.9	3.2	-15.0	5.2	-21.6	7.2	-13.7	9.2	-1.8
1.6	-4.9	3.6	-17.4	5.6	-21.4	7.6	-11.0	9.6	-1.7

В тех случаях, когда имеются два периода и наблюдается периодическое расширение линий, этот метод совсем не действует или же дает искаженные результаты; например, для радиуса 16 Lac Уокер [20] получил значение $-50 R_{\odot}$.

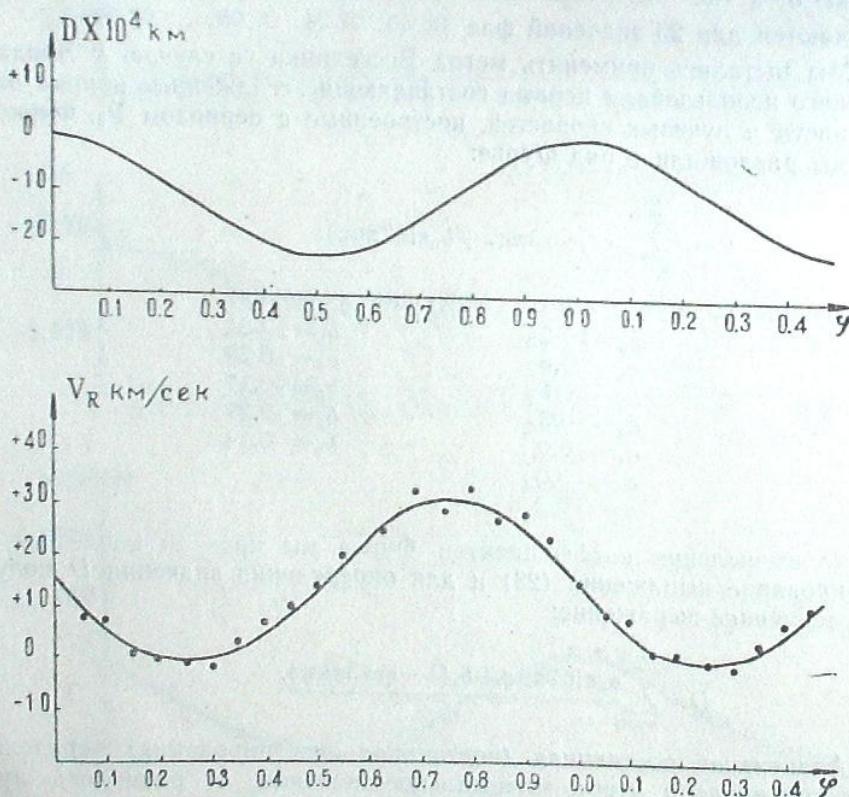


Рис. 37

Как заключает Уокер, если эти результаты означают что-нибудь, то они должны были принять как усиление того предположения, что звезда 16 Lac испытывает нерадиальную пульсацию.

В заметке «Полуэмпирические методы проверки пульсационной теории» [102] Н. Н. Латышев отмечает, что, согласно его исследованию,

по методу Весселинка радиусы получаются в весьма широких пределах, а в случае короткопериодических цефеид — даже отрицательные. Он заключает, что все эти методы непригодны и для полуэмпирической проверки теории пульсации, и для получения физических характеристик звезд.

После того, как наша попытка определения радиуса звезды ν Эридана по способу Весселинка не дала положительного результата, мы решили пойти другим путем, а именно: из кривой изменения цвета определить изменение цветовой температуры звезды, на основе кривой блеска, и с учетом изменения температуры вывести изменения фотографического радиуса. Производная последнего по времени дает нам лучевые скорости, которые затем можно сравнить с наблюдаемыми.

Как известно, показатель цвета равняется разности между фотографической и визуальной величинами объекта:

$$c = m_{\phi} - m_{\alpha}. \quad (25)$$

Теоретически показатель цвета может быть выражен следующим образом:

$$c = m_{\phi} - m_{\alpha} = -2.5 \lg \frac{K_{\phi}}{K_{\alpha}} \frac{\int_0^{\infty} j(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} j(\lambda) V(\lambda) d\lambda}, \quad (26)$$

где $V(\lambda)$ — спектральная чувствительность приемника, соответствующего визуальной системе величин; $S(\lambda)$ — та же характеристика, соответствующая фотографической системе величин; $j(\lambda)$ — спектральная интенсивность освещенности для заданной звезды; K_{ϕ} и K_{α} — постоянные, выражющие соотношение между единицей блеска и единицей мощности и определяемые нульпунктами соответствующих систем величин.

Для получения множителя K_{ϕ}/K_{α} воспользуемся принятым условием для нульпункта, согласно которому визуальные и фотографические величины равны между собою т. е. $C=O$. Выражая спектральную интенсивность освещенности для некоторой звезды того класса, для которой $C=O$, через $j_0(\lambda)$, будем иметь:

$$\frac{K_{\phi}}{K_{\alpha}} = \frac{\int_0^{\infty} j_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} j(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (27)$$

и для показателя цвета получим выражение:

$$C = -2.5 \lg \frac{\int_0^{\infty} j(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} j(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \frac{\int_0^{\infty} j_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} j_0(\lambda) S(\lambda) d\lambda}. \quad (28)$$

Заменим широкую область чувствительности, захватываемую функциями $V(\lambda)$ и $S(\lambda)$, узкими монохроматическими зонами λ_ϕ и λ_s , называемыми эффективными длинами волн. Рассуждая приближенно, допустим, что вся чувствительность наших приемников сосредоточена в этих длинах волн. Далее выразим распределение энергии в спектре звезды законом излучения Вина. Тогда получим:

$$C = 2.5 \lg \frac{\lambda_\phi^5 K_s}{\lambda_s^5 K_\phi} + 2.5 \frac{C_2}{T} \left(\frac{1}{\lambda_\phi} - \frac{1}{\lambda_s} \right) \lg e. \quad (29)$$

Вводя обозначения:

$$2.5 \lg \frac{\lambda_\phi^5 K_s}{\lambda_s^5 K_\phi} = A \quad \text{и} \quad 2.5 C_2 \left(\frac{1}{\lambda_\phi} - \frac{1}{\lambda_s} \right) \lg e = B, \quad (30)$$

получим:

$$C = A + \frac{B}{T}. \quad (31)$$

Имея показатель цвета и постоянные величины A и B , можно получить цветовую температуру звезды:

$$T = \frac{B}{C-A}. \quad (32)$$

Так как в нашей работе мы имели дело с ΔC (разностью показателей цвета между звездой сравнения и переменной звезды ν Эридана), мы поступили следующим образом: если C_ν и T_ν — показатель цвета и температура звезды ν Эридана, C_a и T_a — те же величины для звезды сравнения, тогда

$$\Delta C = C_a - C_\nu = B \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu} \right) \quad (33)$$

и следовательно:

$$\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu} = \frac{\Delta C}{B}, \quad (34)$$

т. е. цветовая температура звезды ν Эридана определится с точностью до аддитивной постоянной.

Для значения B , учитывая, что для нашего электрофотометра $\lambda_s = 527 \text{ м}\mu$ и $\lambda_\phi = 381 \text{ м}\mu$, а постоянная $C_2 = 1.438$ см. град. K , получим $B = 11350$ гр. K .

Изменения цветовой температуры звезды ν Эридана $\left(\text{точнее } \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu} \right)$ дано в четвертом столбце таблицы 12.

Считая, что излучение звезды происходит по закону Вина, можно написать:

$$m_\lambda = -2.5 \lg \left[4\pi R^2 \frac{2C_1}{\lambda^5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \right], \quad (35)$$

где M_λ — звездная величина звезды в данной длине волны, а R — радиус звезды.

Таблица 12

φ_2	ΔC	Δm_c	$\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu}$	$\frac{R_\nu}{R_a}$	$\frac{1}{R_a} \cdot V_R$
0.025	0.200	2.048	0.00001762	1.842	-0.065
075	200	048	1762	842	050
125	200	044	1762	838	038
175	196	032	1727	840	038
225	194	020	1709	836	051
275	190	004	1674	835	058
325	187	1.986	1647	829	018
375	182	970	1603	831	+0.072
425	178	960	1568	834	147
475	174	956	1533	843	180
525	170	956	1498	855	143
575	170	960	1498	859	089
625	170	966	1498	864	041
675	174	976	1533	859	-0.017
725	178	990	1568	860	029
775	182	2.004	1603	860	050
825	187	016	1647	854	059
875	190	028	1674	855	072
925	194	036	1709	850	072
975	198	044	1744	845	057

Пусть R_ν и $m_\nu(c)$ будут радиус и звездная величина в синем фильтре для переменной звезды ν Эридана, а R_a и $m_a(c)$ — те же величины для звезды сравнения, тогда будем иметь

$$\Delta m_{a\nu}(c) = m_a(c) - m_\nu(c) = 5 \lg R_\nu 5 \lg R_a + 2.5 \frac{C_2}{\lambda_\phi} \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu} \right) \lg e, \quad (36)$$

откуда

$$\lg \frac{R_\nu}{R_a} 0.2 \Delta m_{a\nu}(c) = 0.5 \frac{C_2}{\lambda_\phi} \left(\frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_\nu} \right) \lg e. \quad (37)$$

Вычисленные величины R_ν/R_a по формуле (37) даны в пятом столбце таблицы II. Беря производную R по времени, мы получим лучевые скорости звезды т. е. $\frac{dR}{dt} = V_R$. Для дифференцирования кривой изменения радиуса звезды мы пользовались численным методом дифференцирования. Численные значения $\frac{1}{R_R} \cdot V_R$ по фазам даны в последнем столбце таблицы 11.

Графическое выражение изменения вычисленного радиуса и лучевых скоростей, а также наблюденные лучевые скорости приведены на рис. 38.

Здесь верхняя кривая представляет изменения радиуса ν Эридана, вычисленные по фотометрическим данным, средняя — вычисленные лучевые скорости, а нижняя — наблюденные лучевые скорости по наблюдениям Струве.

Из сравнения всех трех кривых приходим к выводу, что кривая изменения радиуса находится в фазе с кривой наблюденных лучевых скоростей, а кривая лучевых скоростей, вычисленная по фотометрическому радиусу, смещена приблизительно на 0.3 периода относительно кривой наблюденных лучевых скоростей.

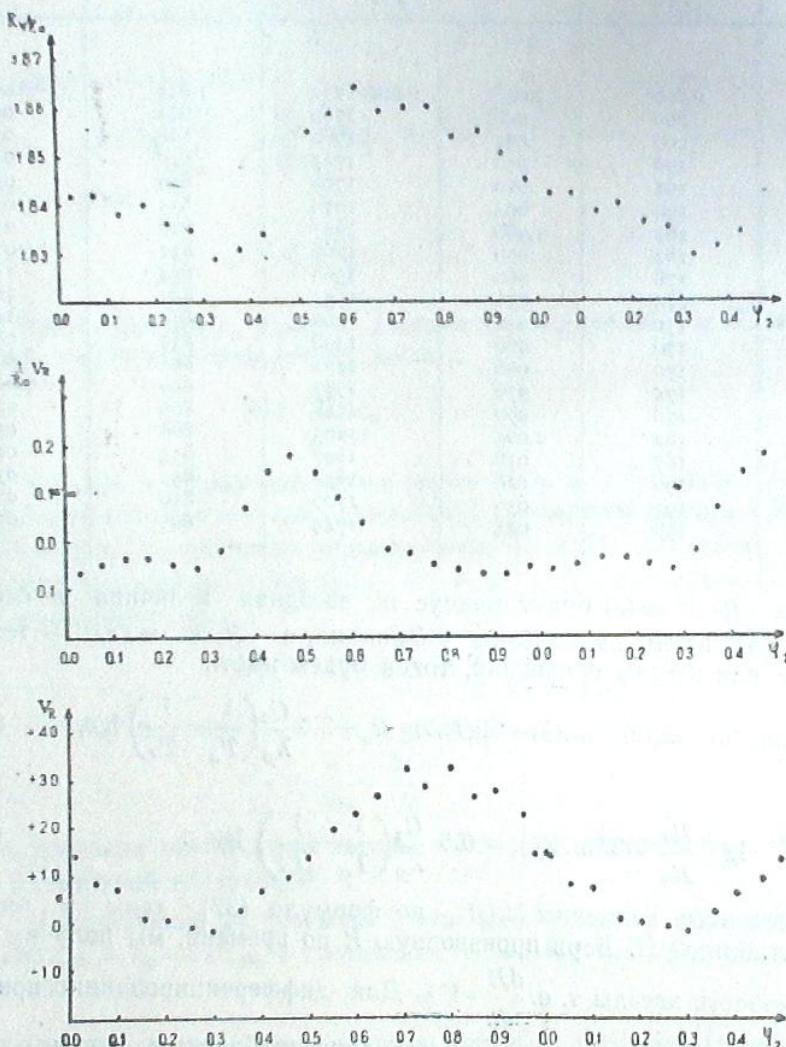


Рис. 38

Таким образом, полученный нами результат не дал ожидавшегося подтверждения предположения о радиальной пульсации ν Эридана.

§ 7. Основные результаты исследования. I. В течение 1950—1958 гг. были проведены электроколориметрические наблюдения ν Эридана в двух участках спектра — синем и желтом. За этот период было получено 684 индивидуальных наблюдения в каждом из двух участков спектра.

2. Как показывают наши электроколориметрические наблюдения, изменяется как амплитуда, так и период изменения блеска. Амплитуда изменения блеска изменяется примерно в пределах от 0.20 до 0.05 .

Представление всех наблюдений одним периодом и построение средней кривой из-за сложного характера поведения звезды не удаётся.

3. На основе наших наблюдений и наблюдений Уокера мы исправили спектроскопические периоды, ранее полученные О. Струве; для этого мы использовали высокие максимумы, где ожидалось совпадение фаз по обоим периодам.

Исправленные периоды следующие: $P_1 = 0.1779014$ и $P_2 = 0.1735079$.

4. Исходя из того, что переменная звезда ν Эридана имеет два периода колебаний лучевых скоростей и, что этими же периодами хорошо удовлетворяются те кривые изменения блеска, которые имеют наибольшие амплитуды изменения блеска, мы разложили кривые блеска ν Эридана на две составляющие. На основе найденных нами двух кривых, для каждой ночи наблюдений были построены суммарные кривые, которые были затем сравнены с наблюденными кривыми.

Несмотря на некоторые исключения, вычисленные кривые хорошо удовлетворяют наблюдениям и можно заключить, что переменность ν Эридана с большой вероятностью может являться суммой двух колебаний.

5. Наши наблюдения обнаружили изменение цвета ν Эридана. Амплитуда изменения цвета меняется в пределах 0.04 — 0.09 в зависимости от совпадения фаз составляющих кривых.

6. С целью проверить теорию пульсации и определить радиус звезды, были сопоставлены первые и вторые составляющие нормальные кривые блеска, цвета лучевых скоростей ν Эридана. По-видимому, для обеих составляющих звездной переменности имеют место одинаковые соотношения, откуда видно, что обе составляющие должны иметь одинаковую интерпретацию. Для определения радиуса звезды мы применили метод Весселинка. Наша попытка не дала удовлетворительных результатов. Средний радиус оказался отрицательным. Это, может быть, означает, что звезда испытывает иерадиальную пульсацию.

Сравнение кривой вычисленных лучевых скоростей с наблюденными данными дало расхождение по фазе на 0.3 периода. Это также указывает по-видимому, на то, что переменность блеска звезд типа β Цефея, в частности, — звезды ν Эридана, нельзя объяснить радиальной пульсацией.

Несмотря на ряд новых и уточненных результатов, сложный характер поведения звезды ν Эридана требует продолжения в будущем последовательного накопления наблюдательного материала и объяснения своеобразных явлений в звездах типа β Цефея. Весьма желательны координированные между обсерваториями одновременные спектроскопические и электрофотометрические наблюдения звезд этого типа. Желательным является также проведение поисков новых членов этой весьма интересной группы звезд.

Октябрь, 1960.

ცვალებადი ვარსკვლავის ერიდანის უ-ს ელექტროფოტომეტრიული
გამოკვლევა

ი. შუმაშვილი

(რეზუმე)

1950—1958 წლებში აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სა-
ვარსკვლავო ელექტროფოტომეტრით მიღებული დაკვირვებით მასალის სა-
ფუძვლზე შესრულებულია ცვალებადი ვარსკვლავის ერიდანის უ-ს ელექტ-
როფოტომეტრიული გამოკვლევა სპექტრის ორ უბანში ($\lambda_{eff}=381\text{m}\mu$ და
 $\lambda_{eff}=527\text{m}\mu$).

დაკვირვებებმა გვიჩვენა როგორც სიკაშვაშის, ისე ფერის ცვალებადობა;
მასთან, სიკაშვაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა $0^m.20$ -დან $0^m.05$ -დე იცვლება.

უვილი დაკვირვების ერთი პერიოდით წარმოდგენა ე. ი. საშუალო მრუ-
დის აგება, ერიდანის უ-ს სიკაშვაშის ცვალებადობის რთული ხასიათის გამო,
ვერ ხერხდება. შევეცადეთ ჩვენი დაკვირვებები წარმოგვედგინა ორი რჩევის
ინტერვალებით. საფუძვლად ავიღეთ სტრუვესა და მისი კოლეგების მიერ
განსაზღვრული სხივური სიჩქარეების ორი მდგრელი რჩევების პერიოდები,
რომლებიც შევასწორეთ ფოტომეტრიულ დაკვირვებებზე დაყრდნობით. შეს-
წორებული პერიოდებია $P_1=0^d.1779014$ და $P_2=0^d.1735079$. ამ პერიოდებით
ერიდანის უ-ს სიკაშვაშის მრუდები დაგმალეთ თრ მდგრელად. ჩვენ მიერ
ნაპოვნი ორ მრუდის საფუძველზე დაკვირვების თითოეული ღამისათვის ავა-
გეთ შეჯამებადი მრუდები, რომლებიც შედარდა დაკვირვებულ მრუდებთან.
გამოთვლილი მრუდები, ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა, კარგ თანხვდენაშია
დაკვირვებულთან.

ჩვენი დაკვირვებები უჩვენებენ ერიდანის უ-ს ფერის ცვალებადობას.
ერიდანის უ-ს ფერის ცვალებადობის ამპლიტუდა იცვლება $0^m.04$ — $0^m.09$
ფარგლებში და დამოკიდებულია შემადგენელი მრუდების ფაზების თანხვ-
დენაზე.

პულსაციის თეორიის შემოწმებისა და რადიუსის გამოთვლის მიზნით გა-
მოიყენეთ სიკაშვაშის, ფერისა და სხივური სიჩქარის მრუდების პირველი და
მეორე მდგრელები. როგორც ეტყობა, ვარსკვლავის ცვალებადობის ორივე
მდგრელისათვის ადგილი უნდა ქონდეს ერთნაირი დამოკიდებულებას, საიდა-
ნაც ვასკვნით, რომ ორივე მდგრელს ერთნაირი ინტერპრეტაცია უნდა ქონდეს.
რადიუსის გამოსათვლელად გამოვიყენეთ ვესელინკის მეთოდი. ამ ცდამ არ
მოგვცა დადგითი შედეგი, საშუალო რადიუსი აღმოჩნდა უარყოფითი. ეს შე-
იძლება იმას ნიშნავდეს, რომ ვარსკვლავი რადიალურ პულსაციის არ განიც-
დის. გამოთვლილი სხივური სიჩქარეების მრუდმა დაკვირვებული სხივური
სიჩქარეების მრუდის მიმართ $0^m.3$ -ფაზით გადადგილება უჩვენა. ეს აგრეთვი
იმას მიუთითებს, რომ ცეფვების β -ს ტიპის ვარსკვლავების, კერძოდ, ერიდა-
ნის უ-ს სიკაშვაშის ცვალებადობა არ შეიძლება თიხსნას რადიალური პულსა-
ციით.

თქმომბერი, 1960.

THE ELECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF ν ERIDANI

J. J. KUMSISHVILI

(Summary)

Electrophotometric investigation of ν Eridani in the two regions of spectrum ($\lambda_{eff}=381$ and $527\text{m}\mu$) had been carried out on the basis of observations obtained by means of a stellar electrophotometer at the Abastumani Astrophysical Observatory in 1950—1958.

The observations showed, that besides variability of colour and brightness, the variability of amplitude from $0^m.20$ to $0^m.05$ takes place.

Because of complex character of ν Eridani variability it is impossible to present all the observations by means of one period, i. e. to trace a mean curve.

We tried to present our observations by means of interference of two oscillations. We based on two oscillation periods of radial velocities calculated by Struve and his colleagues, which we have corrected on the basis of photometric determinations. The corrected periods are: $P_1=0^d.1779014$ and $P_2=0^d.1735079$. By means of these periods we divided the curves of variability of ν Eri in two components. According to these curves for each night of observation, we traced summary curves which were compared with observed ones.

The calculated curves, except a few cases, are in good accordance with the observed ones. Our observations show the colour-variation of ν Eri. The amplitude of colour-variation changes in the range of $0^m.04$ — $0^m.09$ and it depends on the phase coincidence of the components.

In order to control the theory of pulsation and to calculate the radius we used the first and second components of light, colour and velocity curves.

There are the indications about the same relation for both components of star variability and we can conclude, that they must have the same interpretation. Wesselink's method was used for the calculation of radius. This attempt did not give us a good result, the mean radius was found to be negative. It may mean, that the star does not undergo radial pulsation. The calculated radial velocity curve compared with that of observed one showed the phase shift, equal to $0^p.3$.

This also indicates, that β Cep type stars, particularly ν Eri light variation cannot be explained by radial pulsation.

October, 1960.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукаркин Б. В. Переменные звезды. Успехи астрономических наук 1948, т. IV, 172—207.
2. Кукаркин Б. В. Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд. 1949, Москва, Ленинград.
3. Блажко С. Н. Mitteilung über veränderliche Sterne. Astron. Nachr. 1907, 175, 325—328.
4. Блажко С. Н. Étude de l'étoile variable RW Draconis à période variable et à courbe de lumière variable. Астр. Журн. 1924, 1, № 2, 27—42.
5. Блажко С. Н. Sur la variable XZ Cygni à période et à courbe de lumière variables. Астр. Моск. обс. 1926, 8, № 2, 1—32.
6. Блажко С. Н. О периоде переменной звезды AR Herculis. Пер. зв. 1939, 5, № 8, 221—223.
7. Balaze J., Detre L. Untersuchungen über die Perioden und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen β Cephei Sternen. II. AR Herculis. 1939, 8, Mitteil. Sternw. Budapest.
8. Мартынов Д. Я. Y Leonis Minoris. Бюлл. Астр. обс. Энгельгардта. 1940, № 18, 3—9.
9. Цесевич В. П. RZ Lyrae, RV Capricorni. Астрон. Цир. 1943, 17, 4—5.
10. Цесевич В. П. AR Herculis. Астрон. Цирк. 1943, 24, 5.
11. Цесевич В. П. RZ Lyrae в 1944 году. Астр. Цир. 1944, 34, 2—3.
12. Кукаркин Б. В., Паренаго П. П., Ефремов Ю. И., Холопов П. И., Общий каталог переменных звезд. т. I, 1953, Москва.
13. Frost E. B. The spectroscopic Binary β Cephei. Aph. J. 1902, 15, 340.
14. Guthnick P. Nachweis der Veränderlichkeit des kurzperiodischen spektroskopischen Doppelsternes β Cephei mittels photoelektrischer Messungen. AN, 1914, 196, 4701, 357—366.
15. Slipher V. M. A list of five stars having variable radial velocities. Aph. J. 1904, 20, 146.
16. Selga M. Orbita de la estrella doble espectroscopica σ Scorpis. Rev. Soc. Astr. Esp. 1916, 6, 41—51.
17. Campbell W. W. Eleven stars having variable radial velocities. Lick obs. Bull. 1908, 5, N 146, 61—63.
18. Stebbins J. Photometric tests of δ Aquilae and σ Scorpis. Lick obs. Bull. 1916, 8, N 277, 192—193.
19. Stebbins J. Photometric tests of stars. Publ. of the Washburn obs. 1928, 15, 61—100.
20. Struve O. An interesting group of pulsating stars. Publ. ASP. 1955, 67, 396, 135—153.
21. Henroteau F. A spectroscopic study of σ Canis Majoris. Lick obs. Bull. 1918, 9, N 311, 155—161.
22. Henroteau F. A spectroscopic study of σ Scorpis. Lick obs. Bull. 1918, 9, N 314, 173—178.
23. Henroteau F. β Canis Majoris. Handbuch der Astrophysik, 1928, 6, 2, 436—440.
24. Meyer W. F. The radial velocity of β Canis Majoris. Publ. ASP 1934, 46, N. 272, 202—203.
25. Moore J. H. Fourth catalogue of spectroscopic binary stars. Lick obs. Bull. 1936, 18, N. 483, 1—38.
26. Payne-Gaposchkin, C. Gaposchkin S. Variable stars. 1938, 1—382.
27. Struve O. and Swings P. A contribution to the study of β Canis Majoris. Aph. J. 1941, 94, N. 1, 99—108.
28. Struve O. Meyer's work of beta Canis Majoris. Aph. J. 1950, 112, N. 3, 520—542.
29. Никонов В. Б., Бродская Э. С. Фотоэлектрические наблюдения α^2 Canum Venaticorum. Бюлл. Астр. астрофиз. обс. 1950, № 11, 7—15.

30. Fath E. A photometric study of Delta Scuti. Lick obs. Bull. 1935, 17, N. 479, 175—177.
31. Fath E. A. The multiple variability of Delta Scuti. Lick obs. Bull. 1937, 18, N. 487, 77—83.
32. Никонов В. Б. Photoelectric observations of ν Scuti. Бюлл. Астр. астрофиз. обс. 1938, № 3, 27—29.
33. Stebbins J. and Kron G. E. Six-color photometry of stars. VIII. The pulsating star β Cephei. Aph. J. 1954, 120, N. 2, 189—195.
34. Stebbins J. Six-color photometry of stars. XI. Light-curves of δ Cephei. Aph. J. 1945, 101, N. 1, 47—55.
35. Keenan P. C. and Morgan W. W. Classification of stellar spectra. From "Astrophysics" by Hynek J. A. 1951, 16—23.
36. Van Hoof A. and Struve O. Differential radial velocities in Beta Canis Majoris. Publ. ASP 1953, 65, 158—160.
37. Henroteau F. The spectroscopic system Beta Canis Majoris. Dom. obs. Publ. Ottawa 1922, 8, N. 3, 31—41.
38. Fath E. A. Pulsation in stellar atmospheres. Lick obs. Bull. 1935, 17, N. 474, 116—117.
39. Levee R. D. Variations in the spectrum of sigma Scorpis. Aph. J. 1952, 115, N. 3, 402—417.
40. Struve O., Mc Namara D. H., Zebergs V. The radial velocity of Sigma Scorpis. Aph. J. 1955, 122, N. 1, 122—133.
41. Su-Shu Huang and Struve O. A microphotometric study of the spectrum of Sigma Scorpis. Aph. J. 1955, 122, N. 1, 103—121.
42. Vogg A. R., Gottlieb K., Simonow G. V. and Borgl Hall. Photoelectric observations of some spectroscopic binaries. M. N. R. A. S. 1951, 111, N. 3, 339—342.
43. Williams A. D. and Struve O. The phase relation of the velocity and light of Sigma Scorpis. Publ. ASP. 1955, 67, N. 397, 250—252.
44. Frost E. B. Nine stars having variable radial velocities. Aph. J. 1907, 25, 59—65.
45. Henroteau F. A. A spectrographic study of early class B stars. Publ. Dom. obs. Ottawa 1921, 5, N. 3, 67.
46. Walker M. F. A search for stars of β Canis Majoris type. A. J. 1952, 57, N. 7, 227—231.
47. Mc Namara D. H. Radial-velocity observations of the Beta Canis Majoris stars. XI. Canis Majoris and Delta Ceti. Publ. ASP 1953, 65, N. 385, 193—194.
48. Williams A. D. Photometric observations of XI Canis Majoris. Publ. ASP 1954, 66, N. 391, 200—206.
49. Petrie R. M. A new Beta Canis Majoris-type star. Publ. AAS 1938, 9, 53.
50. Huffer C. M. Photoelectric measures of HD 199140. Aph. J. 1938, 87, N. 1, 76—77.
51. Eggen O. J. Sudden changes in the β Cephei variables. A. J. 1947, 53, N. 7, 197—198.
52. Никонов В. Б., Никонова Е. К. Фотоэлектрические наблюдения переменной звезды типа β Цефея. Изв. Крым. астрофиз. обс. 1952, 9, 135—140.
53. Kraft R. P. Photoelectric observations of HD 199140. Publ. A. S. P. 1953, 65, N. 382, 45—47.
54. Lynds R. C. Photoelectric observations of BW Vulpeculae. Publ. A. S. P. 1954, 66, N. 391, 197—200.
55. Struve O. The problem of time resolution in stellar spectroscopy: BW Vulpeculae. Publ. A. S. P. 1954, 66, N. 393, 329—336.
56. Adams W. S. The three-prism stellar spectrograph of the Mount Wilson Solar Observatory. Aph. J. 1912, 35, 163—182.
57. Kunz J. and Stebbins J. Photo-electric measures of new variable stars. Pop. Astr. 1917, 25, 657—658.
58. Guthnick P. Veränderlichkeit von 12 Lacertae. A. N. 1919, 208, N. 4933, 219—226.

59. Young R. K. Publ. Dom. obs. Ottawa 1915, 3, N. 3, 87.
60. Struve O. The velocity-curve of 12 Lacertae. Aph. J. 1951, 113, N. 3, 589—604.
61. Некрасова С. В. Фотоэлектрические наблюдения DD Lacertae. Изв. Крым. Астрофиз. обс. 1952, 9, 126—134.
62. De Jager C. The variation of light and radial velocity of DD Lacertae. Bull. of the Astron. Inst. of the Netherlands. 1953, 12, N. 449, 81—88.
63. Struve O., Mc Namara D. H., Kung S. M. and Beymer C. Beta Cephei. Aph. J. 1953, 118, N. 1, 39—54.
64. Mc Namara D. H. Gamma Pegasi: a Beta Canis Majoris star of small velocity amplitude. Publ. A. S. P. 1953, 65, N. 384, 144—146.
65. Williams A. D. Light variability of Gamma Pegasi. Publ. A. S. P. 1954, 66, N. 388, 25—28.
66. Mc Namara D. H. The radial velocity of Gamma Pegasi. Publ. A. S. P. 1956, 68, N. 401, 158—161.
67. Магалашвили Н. Л., Кумшишвили Я. И. О переменности блеска и цвета γ Pegasi. Астрон. Цирк. 1958, № 195, 23—24.
68. Lee O. I. Measures on nineteen new spectroscopic binaries. Aph. J. 1910, 32, 300—308.
69. Struve O., Bobrovnikoff N. T. Orbit of the spectroscopic binary. Aph. J. 1925, 62, N. 2, 139—143.
70. Walker M. F. 16 Lacertae: a new β Canis Majoris star. Publ. A. S. P. 1951, 63, N. 370, 35—38.
71. Walker M. F. A photoelectric study of 16 Lacertae. Aph. J. 1952, 116, N. 1, 106—116.
72. Struve O., Mc Namara D. H., Kraft R. P., Kung S. M. and Williams A. D. The radial velocity of 16 Lacertae. Aph. J. 1952, 116, N. 1, 81—98.
73. Miczaika G. R. The light-variability of 16 Lacertae. Aph. J. 1952, 116, N. 1, 99—105.
74. Frost E. B., Adams W. S. Five stars whose radial velocities vary. Aph. J. 1903, 17, 150—154.
75. Henroteau F. The Cepheid Problem. Publ. Dom. obs. Ottawa 1925, 9, N. 1, 5—88.
76. Baker R. H. Variable stars of very small range. Publ. A. S. P. 1926, 38, 86—96.
77. Walker M. F. The Light-variability of Delta Ceti. Publ. A. S. P. 1953, 65, N. 382, 49—51.
78. Henroteau F. The spectroscopic system ν Eridani. Publ. Dom. obs. Ottawa 1927, 9, N. 4, 119—126.
79. Lau H. E. Bemerkungen zur Revised Harvard Photometry A. N. 1914, 196, 425—430.
80. Цесевич В. П. ν Эридана—замечательная звезда типа Canis Majoris. Астр. Журн. 1944, 21, 3, 94—98.
81. Кумшишвили Я. И. Электроколориметрические наблюдения ν Эридана. Астрон. Цир. 1951, № 112, 12.
82. Walker M. F. Variability of ν Eridani. Publ. A. S. P. 1951, 63, N. 373, 176—178.
83. Mc Namara D. H. The spectrum and velocity-curve of ν Eridani. Publ. A. S. P. 1952, 64, N. 377, 76—77.
84. Struve O., Mc Namara D. H., Kung S. M., Kraft R. P. and Williams A. D. The radial velocity of nu Eridani. Aph. J. 1952, 116, N. 2, 398—409.
85. Struve O. and Abhyankar K. D. The spectrum of Nu Eridani. Aph. J. 1955, 122, N. 3, 409—416.
86. Walker M. F. Photoelectric observations of Nu Eridani. Aph. J. 1952, 116, N. 2, 391—397.
87. De Jager C. Note on the pulsation of ν Eridani and 16 Lacertae. Bull. of the Astron. Inst. of the Netherlands. 1953, 12, N. 449, 88—90.

88. Никонов В. Б. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс. 1953, № 14.
89. Размадзе Н. А. Электрофотометрия ярких планетарных и диффузных газовых туманностей. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс. 1958, № 23.
90. Хлебников Н. С., Меламид А. Е. Фотоэлектронные и электронные умножители. Приборы и техника эксперимента 1957, 6, 6 — 18.
91. Магалашвили Н. Л., Кумшишвили Я. И. О переменности блеска и цвета δ Ceti. Астрон. Цирк. 1959, № 201, 15—16.
92. Hiruchata M., Kitamura M. and Sato N. Photoelectric observations of β Canis Majoris star. Nu Eridani. Tokyo Bull. 1957, 2, 95, 1011—1017.
93. Кумшишвили Я. И. Электроколориметрическое исследование ν Эридана. Пер. зв. 1956, II, 1, 42 — 49.
94. Ledoux P. The nonradial oscillations of gaseous stars and the problem of Beta Canis Majoris. Aph. J. 1951, 114, N. 3, 373—384.
95. Van Hoof A. The Beta Canis Majoris stars. Mitt. d. Sternwarte d. Ungarischen Akademie d. Wissenschaften. Budapest, 1957, N. 42, 85—98.
96. Kluyver H. A. On the extension of the theory of adiabatic Cepheid pulsation. Bull. Astr. obs. Netherl. 1936, 7, 276, 313—323.
97. Van Hoof A. The mechanism at work in the β Canis Majoris stars. Publ. A. S. P. 1957, 69, N. 409, 309—321.
98. Флоря Н. Ф. An investigation of the variable star AC Andromedae. Астр. Журн. 1937, 14, 1, 11—32.
99. Baade W. Über eine Möglichkeit die Pulsations-theorie der β Cephei—Varänderlichen zu prüfen. AN 1926, 228, 359—362.
100. Becker W. Spectralphotometrische Untersuchungen an β Cephei—Sternen. Z. Aph. 1940, 19, 4/5, 269—288.
101. Wesselink. The observations of brightness, colour and radial velocity of Cephei and the pulsation hypothesis. Bull. Astr. obs. Netherl. 1946, 10, 368, 91—99.
102. Латышев И. Н. Полуземпирические методы проверки пульсацационной теории. Астрон. Цирк. 1958, № 194, 22 — 23.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОТКО- ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЦЕФЕИДЫ *RZ* ЦЕФЕЯ

И. Ф. АЛАНИЯ

Введение. Исследование спектров звезд типа *RR* Лиры имеет большое значение для изучения физических процессов, происходящих в атмосферах этих звезд и вызывающих изменения их блеска. За последние десять лет значительно расширились наши знания в этой области. Обзор главных спектроскопических работ, вместе с конкретными результатами исследований, дан в статье Ивановской [1]. Большая работа по спектральной классификации звезд типа *RR* Лиры была выполнена на Ликской обсерватории Престоном [2]. Он получил с небулярным спектрографом малой дисперсии (430A мм около H_{γ}) спектры более 100 короткопериодических цефейд.

Вплоть до последнего времени данные относительно шкал цветовых температур короткопериодических цефенда остаются крайне ограниченными. Нам известна только одна современная работа, в которой даются определения спектрофотометрических градиентов в различных фазах блеска для переменной *RR* Лиры [3]. Это в значительной степени обусловлено тем фактом, что короткопериодические цефены являются сравнительно слабыми объектами и недоступны инструментам умеренных размеров для спектрального исследования.

С 1958 года в Абастуманской астрофизической обсерватории мы приступили к планомерным спектральным наблюдениям звезд типа *RR* Лиры. Первые результаты, относящиеся к спектральной классификации 10 звезд данного типа, мы уже опубликовали [4]. В настоящее время мы занимаемся исследованием непрерывных спектров короткопериодических цефенда. Получен и обработан материал для 7 звезд. В данной статье излагаются результаты спектрофотометрии переменной *RZ* Цефея. Эта звезда привлекла наше внимание еще тогда, когда мы занимались определением показателей цвета короткопериодических цефенда в максимуме блеска фотографическим способом [5].

Наблюдательный материал. Наблюдения производились при хороших атмосферных условиях на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории. Фокусное расстояние инструмента 210 см. Преломляющий угол призмы равен $8^{\circ}12'$. Дисперсия: 166 \AA/mm около H_{γ} . В качестве фотографического материала использовались несенсибилизованные пластиинки Агфа Астро. Спектры были расширены на 0.3 мм. Для калибровки негативов, на пластинке из используемой коробки, с выдержками от 3 до 15 минут отпечатывались

шкалки при помощи спектрографа ИСП — 51. Пластиинки проявлялись в проявителе Чубисова при $+18^{\circ}\text{C}$ в течение 7 мин.

В таблице 1 приводятся данные о наблюдениях.

Таблица 1

№ негатива	дата	Продолжительность фотографирования в минутах	Средние моменты наблюдения в юлианских днях
1719	19.8.1960	10	2437166.350
1720	"	10	.388
1721	"	10	.408
1723	"	10	.463
1724	"	12	.485
1725	"	11	.506
1737	26.8.1960	15	173.407
1738	"	15	.430
1739	"	15	.455
1746	31.8.1960	15	178.413
1748	"	15	.460
1749	"	15	.487
1750	"	15	.514
1751	"	15	.542
1757	1.9.1960	14	179.526

Все спектрограммы были промерены на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4 с 22-кратным увеличением. Исследования показали нам, что характеристические кривые на протяжении 800 \AA параллельны друг другу, ввиду чего мы пользовались для всего спектра одной кривой.

Спектральная классификация. В 1946 году в Иерской обсерватории Мюнх и Террацас [6] довольно подробно, качественно исследовали спектры *RR Лиры* в зависимости от фазы. В то же время они определили показатель цвета этой звезды, в максимуме и в минимуме блеска по методу Г. А. Тихова. Было обнаружено, что температурным изменениям соответствуют спектральные классы, если их определять по металлическим линиям и по интенсивности линии *K* ионизованного кальция. Водородные же линии показывают более поздний тип. С целью выяснения вопроса — является ли обнаруженная аномалия в оценке спектра по линиям водорода и по линиям металлов характерной для короткопериодических цефеид, были подвергнуты анализу еще десять других звезд данного типа. Оказалось, что, за исключением двух переменных *SW Андromеды* и *AR Персея*, они полностью разделяют обнаруженное свойство. Спектры *SW Андromеды* и *AR Персея* не показали этой аномалии.

В 1953 году появилась работа В. Ивановской [7], относящаяся к изучению спектров 18 короткопериодических цефеид. Материалом для исследования послужили спектрограммы, полученные при помощи двухпризменного кварцевого спектрографа, установленного на 200-см рефлекторе Мак-Дональдской обсерватории. Следя Мюнху и Террацас, в качестве критерия спектральной классификации была выбрана линия *K* ионизованного кальция.

К противоречивому выводу привела Стеббинса [8] шестиволновая электрофотометрия звезды *RR Лиры*. Сравнение цвета *RR Лиры* в ма-

ксимуме и минимуме блеска с цветами постоянных звезд, спектры которых известны, показало, что ее колориметрический класс меняется в интервале A7 — cF5, то есть, соответствует спектрам, оцененным по водородным линиям. К такому же результату привела Роберта [9] и Харда [10] трехцветная электрофотометрия *RR Лиры*. Однако, оценка спектрального класса не очень близких звезд, расположенных недалеко от галактического экватора, по показателям их цветов, как это делают Стеббинс и другие авторы, может таинить в себе эффект покраснения света, ввиду чего спектральные типы получаются более поздними, чем это есть в действительности.

В нашей работе [4] спектральную классификацию короткопериодических цефеид мы производили по критерии $\frac{K}{H+H\epsilon}$, поскольку в

таком случае всякие ошибки, допускаемые при измерениях интенсивностей отдельных линий, сводятся к минимуму. В вышеупомянутом исследовании [2] Престон провел классификацию отдельно по водородным линиям и отдельно по линии *K* ионизированного кальция.

Вместе с тем он высказал возражение против применения $\frac{K}{H+H\epsilon}$

к звездам типа *RR Лиры*, так как в отдельности эти линии приводят к противоречивым результатам. Поскольку все переменные нашего списка [4] оказались классифицированными и в [2], то мы имеем возможность сравнить наши определения спектров с оценками Престона. Для этого мы вычислили фазы, соответствующие наблюдениям Престона по элементам, данным в [11]. Результат сопоставления приведен на рисунках 1 и 2. Черные точки соответствуют нашим данным. Треугольники изображают результаты классификации Престона, полученные по линии *K* (*Ca II*), а крестники означают его же данные по водородным линиям.

Нужно иметь в виду, что классификация Престона проведена на основе глазомерных оценок. В таких случаях классификация, как известно, часто содержит заметные ошибки, доходящие иногда до двух подклассов. Наши исходные данные о спектрах стандартных звезд тоже основаны на глазомерных оценках, но в данном случае мы усредняли результаты для нескольких звезд для каждого спектрального подкласса, что исключает, до некоторой степени, случайные ошибки спектральной классификации. Имея все это в виду, мы убеждаемся, из рис. 1,

что спектры, определенные нами по отношению линий $\frac{K}{H+H\epsilon}$ находятся в хорошем согласии со спектрами, оцененными по линии *K*.

Особенно хорошо это видно в случае короткопериодической цефеиды *AV Пегаса*. Только для одной звезды *VH Пегаса* наши определения спектров близки к оценкам спектров, произведенным Престоном по водородным линиям.

В свете вышеизложенного мы решили рассмотреть спектры переменной *RZ Цефея*. По ОКПЗ спектральный класс этой звезды меняется в пределах А0—А3. Престон дает оценку спектров только для трех фаз изменения блеска. Его результаты приводятся в таблице 2.

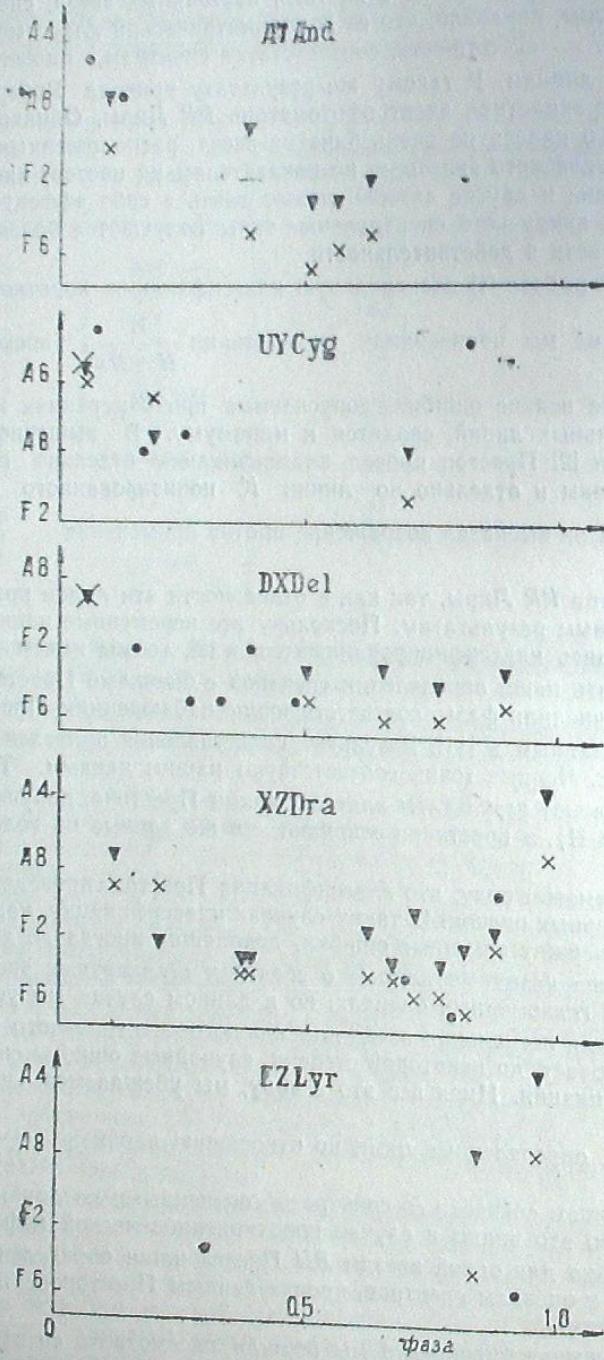


Рис. 1

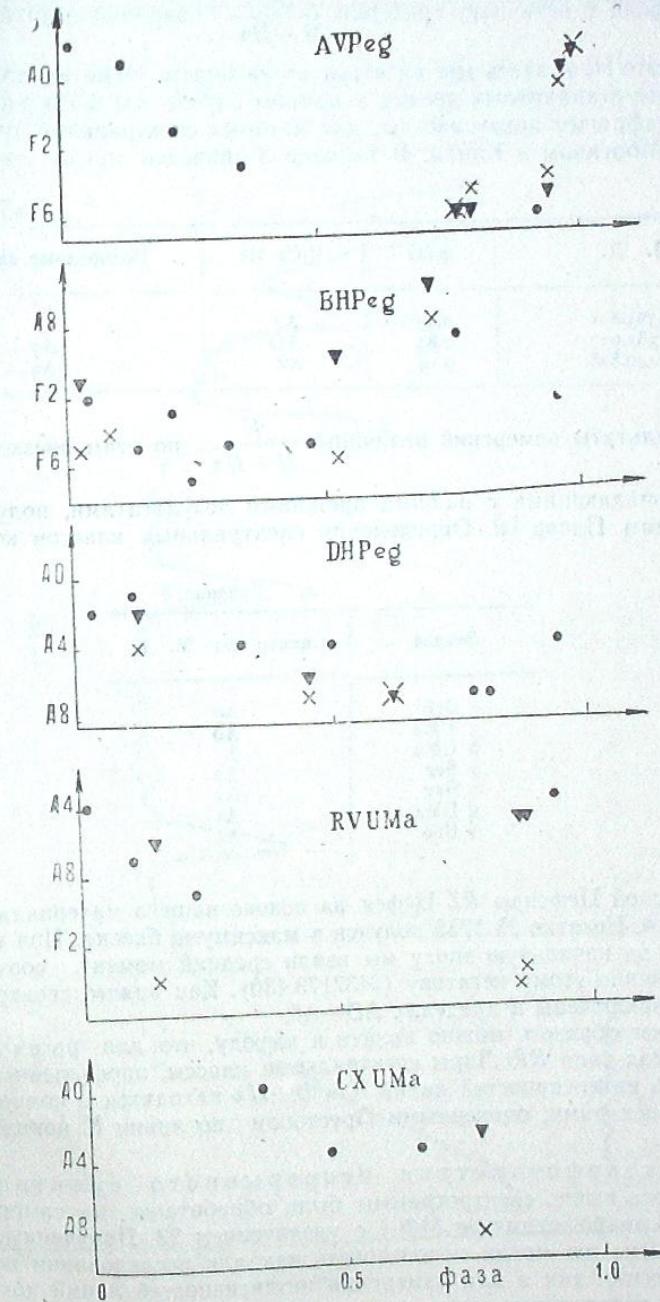


Рис. 2

Методика определения спектральных классов короткопериодических цефеид с помощью критерия $\frac{K}{H+He}$ подробно изложена в нашей работе [4] и здесь мы касаться ее не будем. Отметим только, что в качестве стандартных звезд в данном случае мы фотографировали через диафрагму яркие звезды, для которых спектральные типы определены Морганом и Кинан. В таблице 3 приведен список этих звезд.

Таблица 2

Д. д.	фаза	K(Ca II)	Водородные линии
2436383.831	0.49	A4	A9
383.937	0.84	AO	A7
440.828.	0.14	A2	A9

Результаты измерений величины $\frac{K}{H+He}$ по этим звездам оказались совпадающими с нашими прежними результатами, полученными по звездам Плеяд [4]. Определения спектральных классов коротко-

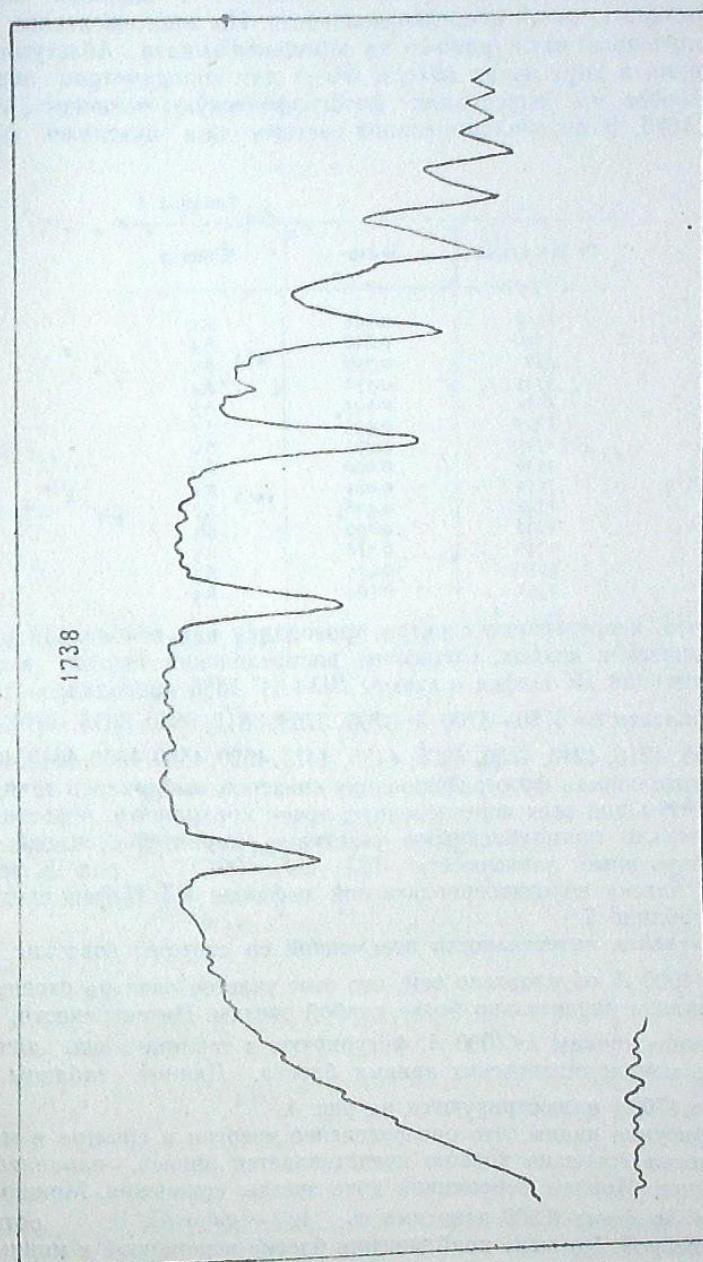


Рис. 3

Таблица 3

Звезда	Спектр по М. К.
α CrB	AO
γ UMa	AO
β UMa	A1
δ Ser	A2
β Her	A3
g UMa	A5
γ Boo	A7

риодической Цефеиды *RZ* Цефея на основе нашего материала даны в таблице 4. Негатив № 1738 получен в максимуме блеска. При вычислении фаз за начальную эпоху мы взяли средний момент, соответствующий именно этому негативу (2437173.430). Как видим, спектры переменной заключены в пределах AO—A5.

Таким образом, можно прийти к выводу, что для рассмотренных нами звезд типа *RR* Лиры спектральные классы, определенные по отношению интенсивностей линий K и $H+He$ находятся в полном согласии со спектрами, оцененными Престоном по линии K ионизованного кальция.

Спектрофотометрия непрерывного спектра. Как отмечалось выше, спектрограммы были обработаны на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4 с увеличением 22. Полученные микрофотограммы мы могли использовать как для исследования непрерывного спектра, так и для измерения интенсивностей линий поглощения с целью определения спектральных классов. На рис. 3 приводится запись спектра *RZ* Цефея в максимуме блеска, относящаяся к негативу № 1738.

В качестве звезды сравнения мы выбрали $BD+64^{\circ}1686$. По нашим определениям она имеет спектральный класс AO и является обычной звездой главной последовательности. На многочисленных негативах, полученных нами раньше на камере Шмидта Абастуманской обсерватории в двух лучах (BG_3 и GG_{11}) для колориметрии переменной RZ Цефея мы определили фотографическую величину звезды $BD+64^{\circ} 1686$. В интернациональной системе она оказалась равной 9.65.

Таблица 4

№ Негатива	Фаза	Спектр
1719	0.941	A1
1720	0.818	A4
1721	0.750	A5
1723	0.572	A3
1724	0.503	A3
1725	0.435	A5
1737	0.072	AO
1738	0.000	AO
1739	0.081	A1
1746	0.148	A2
1748	0.299	A5
1749	0.388	A5
1750	0.475	A5
1751	0.564	A5

Уровень непрерывного спектра проводился как огибающая микротометрических кривых. Сравнение распределения энергий в спектрах переменной RZ Цефея и звезды $BD+64^{\circ} 1686$ проводилось для 20 точек в области $\lambda=3750-4700 \text{ \AA}$: 3760, 3785, 3815, 3860, 3915, 3940, 4005, 4055, 4155, 4215, 4240, 4280, 4375, 4435, 4475, 4520, 4560, 4600, 4640, 4695 \AA . Продолжительность фотографирования спектров выбиралась таким образом, чтобы для всех перечисленных точек приходилось пользоваться исключительно прямолинейными участками характеристических кривых. Полученные зависимости $\lg J - \lg J_o = f(\lambda^{-1})$ для 15 фаз изменения блеска короткопериодической цефены RZ Цефея представлены в таблице 5.

Увеличение интенсивности переменной со стороны коротких волн до 4000 \AA обусловлено тем, что этот участок спектра перекрывается спектром значительно более слабой звезды. Интенсивности, соответствующие точкам $\lambda < 4000 \text{ \AA}$, фигурируют в таблице лишь для построения монохроматических кривых блеска. Данные таблицы 5 от 4000 \AA до 4700 \AA иллюстрируются на рис. 4.

Из рисунка видим, что распределение энергии в спектре в максимуме блеска довольно хорошо представляется линией, параллельной оси абсцисс. Причем переменная ярче звезды сравнения. Можно сказать, что до фазы 0.300 зависимость $\lg J - \lg J_o = f(\lambda^{-1})$ остается прямолинейной. По мере приближения блеска переменной к минимуму, распределение энергии в ее спектре сильно отклоняется от черного излучения.

Определение относительных спектрофотометрических градиентов ($\Delta\phi$) мы произвели в тех фазах, для которых зависимости $\lg J - \lg J_o = f(\lambda^{-1})$ можно считать прямолинейными. Для вычисления $\Delta\phi$

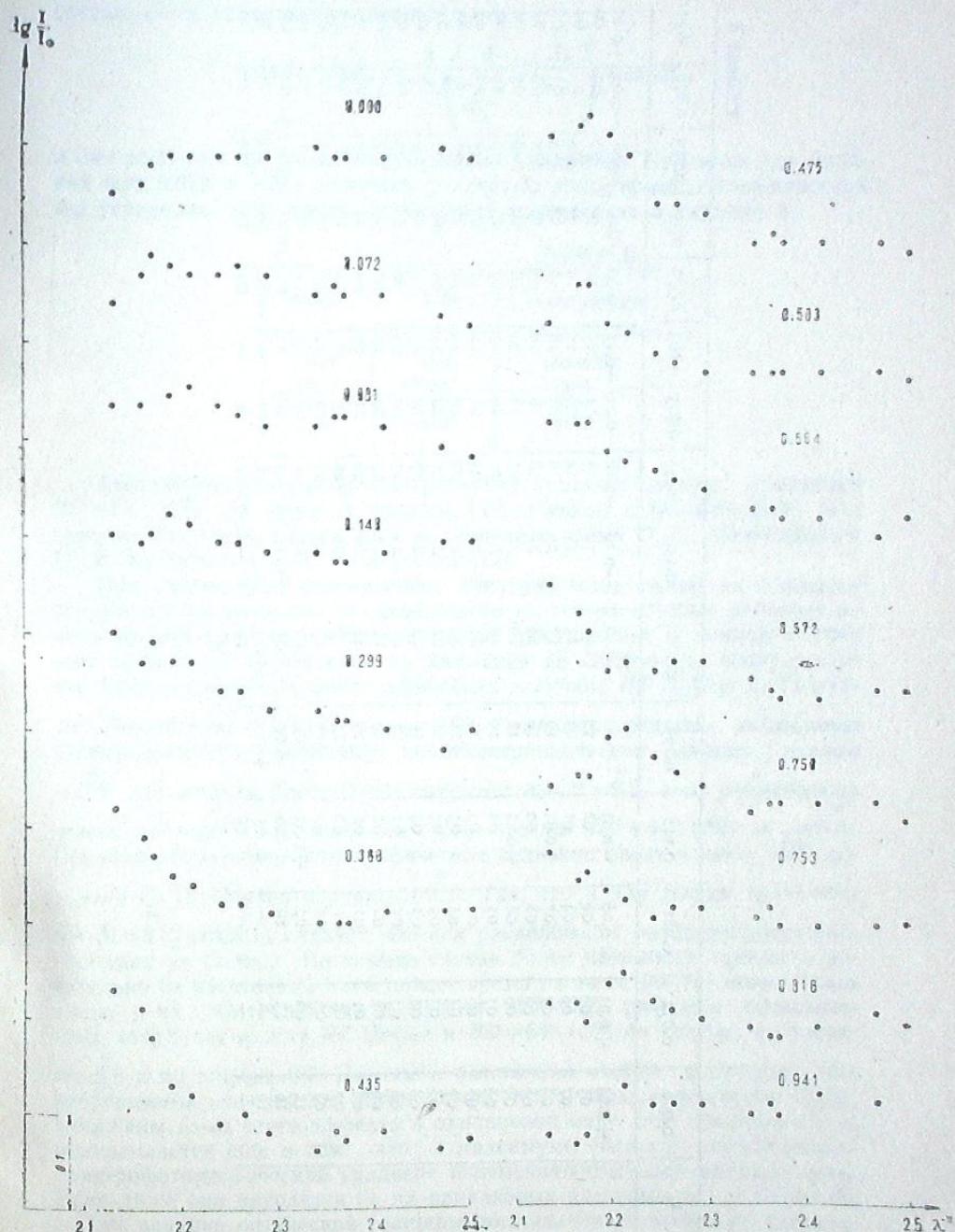


Рис. 4

Таблица 5

Фаза λ^{-1}	0.000	0.072	0.081	0.148	0.299	0.388	0.435	0.475	0.503	0.564	0.572	0.750	0.753	0.818	0.941
2.130	+0.04	+0.03	+0.06	-0.01	-0.07	-0.10	-0.10	-0.16	-0.15	-0.15	-0.09	-0.07	-0.01	-0.03	+0.01
155	0.05	0.08	0.04	0.02	0.01	0.08	0.10	0.13	0.15	0.12	0.11	0.15	0.12	0.06	0.00
174	0.07	0.03	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.18	0.15	0.14	0.15	0.14	0.12	0.06	0.01
193	0.08	0.03	0.06	0.07	0.01	0.00	0.00	0.21	0.20	0.24	0.23	0.18	0.20	0.18	0.06
212	0.06	0.03	0.06	0.06	0.02	0.03	0.03	0.20	0.20	0.23	0.23	0.19	0.21	0.17	0.04
235	0.06	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.03	0.21	0.21	0.25	0.24	0.20	0.22	0.17	0.04
255	0.06	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.22	0.22	0.27	0.27	0.20	0.24	0.19	0.04
286	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.22	0.22	0.25	0.26	0.20	0.24	0.20	0.04
336	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.16	0.16	0.22	0.26	0.20	0.25	0.21	0.03
358	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.16	0.16	0.21	0.25	0.20	0.25	0.21	0.03
372	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.17	0.17	0.21	0.25	0.20	0.27	0.20	0.04
497	0.05	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.19	0.19	0.21	0.21	0.19	0.28	0.20	0.05
466	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.17	0.17	0.21	0.21	0.19	0.25	0.21	0.05
497	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.19	0.19	0.24	0.25	0.19	0.25	0.21	0.05
538	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.17	0.17	0.23	0.22	0.18	0.22	0.19	0.05
554	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.11	0.11	0.15	0.15	0.09	0.13	0.12	0.06
591	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.08	0.08	0.10	0.10	0.01	0.09	0.03	+0.01
621	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.07	0.07	0.08	0.08	0.01	0.05	+0.02	+0.02
642	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.15	0.15	0.13	0.13	0.09	0.14	0.12	-
660	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.19	0.19	0.14	0.14	0.09	0.14	0.12	-

составлялись условные уравнения вида:

$$\lg J_\lambda - \lg J_{0\lambda} = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{d}{d\lambda} \lg \frac{J_\lambda}{J_{0\lambda}} \right) + \text{const}$$

и они решались по способу наименьших квадратов. При этом для близких фаз 0.072 и 0.081 значения разностей логарифмов интенсивностей мы усредняли. Результаты вычислений содержатся в таблице 6.

Таблица 6

Фаза	$\Delta \Phi$	Температура
0.000	0.00	16000 °K
0.076	+0.34	11300
0.209	+0.79	8200
0.564	+0.89	7800

Абсолютный спектрофотометрический градиент звезды сравнения $BD+64^\circ 1686$ мы приняли равным 1.00. Именно такой результат был получен для звезд класса $A0V$ в последнее время О. А. Мельниковым Н. Ф. Купревичем и Л. Н. Жуковой [12].

При фотометрии цепрерывных спектров звезд одной из основных трудностей является то, что необходимо учитывать влияние избирательного поглощения света в межзвездном пространстве. В данном случае этот эффект не принимался во внимание по следующим соображениям. Средняя видимая фотографическая величина RZ Цефея по Первому Дополнению к ОКПЗ равна 9.80. Принимая среднюю медианную фотографическую величину короткопериодических цефеид равной

+0.5, для модуля расстояний получаем $m - M = 9.3$. Как упоминалось выше, по нашим определениям для звезды $BD+64^\circ 1686$ $m = 9.6$.

Средняя абсолютная фотографическая величина звезд класса $A0V$ согласно П. П. Паренаго равна +0.3. Так, что и для звезды сравнения

$m - M = 9.3$. Отсюда следует, что они расположены на одинаковых расстояниях от Солнца. Во всяком случае более надежных данных относительно их расстояний в настоящее время не известно. Не знаем точно также и их избыток цвета. С другой стороны, разности галактических координат между RZ Цефея и $BD+64^\circ 1686$ по долготе составляют 0.3 и по широте 0.7. На таком расстоянии можно допустить, что непрерывные спектры как исследуемой, так и звезды сравнения будут искажены из-за этого эффекта в одинаковой мере. Это предположение подкрепляется еще и тем, что в максимуме блеска относительный спектрофотометрический градиент переменной оказался равным нулю.

Если даже они находятся не на одинаковых расстояниях от Солнца, все же влияние оптической толщины поглощающего вещества, соответствующее разности расстояний между переменной и звездой сравнения, не ощущимо.

Вычисленные значения температур даются в последнем столбце таблицы 6. Как видим, цветовая температура меняется в пределах

8000°—16000°. Нужно отметить, что нижний предел температуры для звезды *RZ* Цефея определяется недостоверно из-за того, что в минимуме блеска, как отмечали, зависимости $\lg J - \lg J_0 = f(\lambda^{-1})$ не являются линейными.

В заключение этого параграфа рассмотрим вопрос о цвете звезды *RZ* Цефея. Как мы отметили вначале, звезда *RZ* Цефея привлекла наше внимание при определении показателей цвета короткопериодических цефеид с целью исследования избирательного поглощения света в Галактике [5]. Для ее показателя цвета в максимуме блеска мы получили значение +0.37. Нами было высказано предположение о том, что несмотря на низкую галактическую широту переменной, часть покраснения должна быть звездного происхождения. В цитированной работе нами даже высказано сомнение относительно принадлежности *RZ* Цефея к звездам типа *RR* Лиры. Основой для этого послужила кроме большого показателя цвета и величина асимметрии световой кривой (0.4). Нужно отметить, что электрофотометрические наблюдения, проведенные за последние годы, не подтверждают этих сомнений. Но все же большой показатель цвета, как нам кажется, нельзя приписать целиком межзвездному поглощению света. В 1959 г. появились электрофотометрические наблюдения ряда короткопериодических цефеид в системе *U, B, V*, выполненные Спинредом [13]. Последний получил для показателя цвета *RZ* Цефея в максимуме +0.37, чему в международной системе соответствует +0.27. Отсюда мы могли получить точное значение избытка цвета, если бы имелись данные о нормальных фотоэлектрических цветах короткопериодических цефеид в системе *U, B, V*. Но, к сожалению, таких данных пока еще не имеется. Если в качестве нормального цвета принять средний показатель цвета короткопериодических цефеид, расположенных на высоких галактических широтах, согласно нашей работе (—0.28 в международной системе) [5], то для избытка цвета *RZ* Цефея получим величину +0.55. На основе имеющихся данных можно утверждать, что межзвездное пространство в направлении на *RZ* Цефея на расстоянии до 700—800 парсек не характеризуется столь большой поглощающей способностью. Для выяснения этого вопроса привлечем все данные, касающиеся поглощения света в окрестностях цефеиды *RZ* Цефея. В таблице 7 приводятся данные о четырех звездах из каталога Стеббисса и его сотрудников, не требующие пояснений. При вычислении расстояний принималась во внимание зависимость переводающего множителя от избытка цвета согласно работе [14]. Как видим, избытки цвета заключаются в пределах 0.12—0.40 от 400 до 1500 парсек. Заслуживает внимание звезда HD 215371, распо-

Таблица 7

№ Звезды по. HD	1	b	m_{pg}	Спектр	1.5.СЕ	г
213087	o	o				
213405	76.1	+6.3	5.66	B1	+0.33	420
215371	76.2	+6.2	8.00	Bo	+0.27	1660
216014	77.7	+5.7	6.76	B3	+0.12	600
	77.9	+5.3	6.83	Bo	+0.41	630

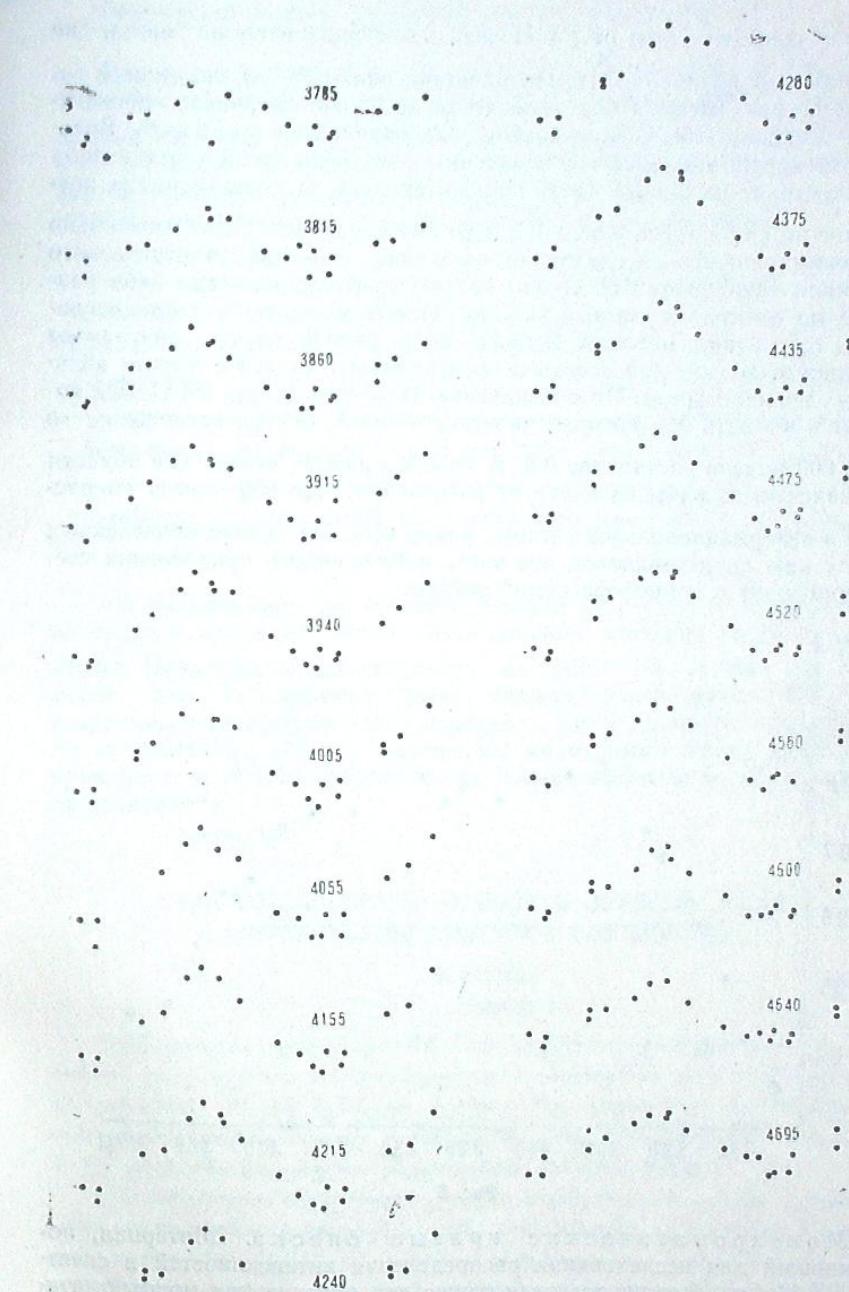


Рис. 5

ложенная совсем близко от RZ Цефея и имеющая избыток цвета, не превышающий величину 0.12. На площади около 75 кв. градусов в созвездии Цефея имеются подсчеты звезд до 15 зв. величины, произведенные Рислеем [15]. Общее поглощение определено по способу Вольфа. Хотя картина в смысле поглощения в исследованном участке неба очень пестрая, звезда RZ Цефея проектируется на площадку, где поглощение на килопарсек равно 1.1, а до 300 парсек 0.3. Более тщательно данное направление исследовано на основе спектрофотометрического материала Венбергом [16]. Около 120 кв. градусов площади неба разделено на светлые и темные участки. Общее поглощение света исследовано опять-таки методом Вольфа, но в данном случае диаграммы строились отдельно для каждого спектрального класса с учетом абсолютных величин звезд. По обозначению Венберга звезда RZ Цефея попадает в область M_2 , которая является темной. Общее поглощение в M_2 до 600 парсек составляет 0.8. В этой же работе дается для области M_2 зависимость избытка цвета от расстояния. До 500 парсек покраснение в интернациональной системе равно 0.14. На основе приведенных данных нам представляется, что часть наблюденного покраснения света происходит в атмосфере самой звезды.

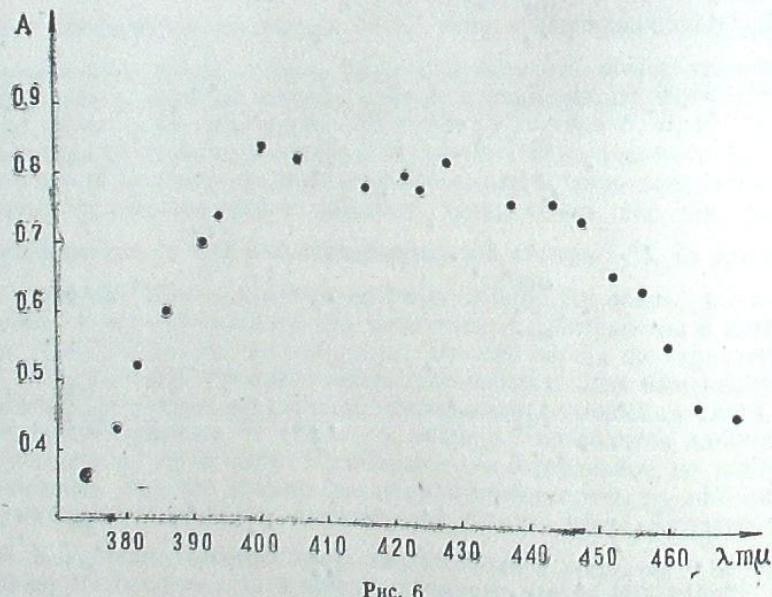


Рис. 8

Монохроматические кривые блеска. Материал, послуживший для исследования распределения интенсивностей в спектрах RZ Цефея, был использован также для определения монохроматических кривых в разных длинах волн. Для этого разности логарифмов интенсивностей в таблице 5 переводились в звездные величины с помощью формулы Погсона. На рис. 5 приводятся кривые, построенные для 19 длин волн на участке спектра $\lambda = 3785 - 4695 \text{ \AA}$. Как видим, восходящие и нисходящие ветви для всех кривых симметричны.

Наши наблюдения хорошо распределены по фазе и дают представление об амплитуде и ее изменениях с длиной волны. При этом кривые мы даем и для $\lambda < 4000\text{\AA}$, поскольку повышение интенсивности в этом участке спектра вследствие вышеупомянутой причины не повлияет на величину изменения амплитуд. В таблице 8 и на рис. 6 представлена зависимость значений амплитуд от длины волны.

Таблица 8

Длина волны	3785	3815	3860	3915	3940	4005	4055	4155	4215	4240
Амплитуда	0.43	0.52	0.60	0.70	0.74	0.84	0.82	0.78	0.80	0.78
Длина волны	4280	4375	4435	4475	4520	4560	4600	4640	4695	
Амплитуда	0.82	0.76	0.76	0.74	0.66	0.64	0.56	0.48	0.46	

Из рис. 6 видно, что амплитуда круто возрастает с короткого конца спектра, достигая своего максимального значения на длине волны 4000\AA . Практически она находится на этом же уровне до 4300\AA , после чего наблюдается более пологое уменьшение. По мере возрастания амплитуды как с короткого, так и длинного концов спектра сравнительно плоские максимумы монохроматических кривых превращаются в острые. Другие, более тонкие эффекты на кривых не обнаруживаются.

Август, 1961.

მოკლები რიცხვიანი ფეზე იდის ფეზების RZ-ის
სტატუსი და მის გადამცველი გარემონტის დროის

0. ၁၅၁၆၀၄

(ଲୁହାନ୍ତରମା)

შესწავლილია ცვალებადი *RZ Cep* სპექტროფოტომეტრიული თვალსაზრისით. დაკვირვებითი მასალა მიღებულია აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 70—სმ მერისკურ ტელესკოპზე. გადაღებები წარმოებდა „აგფას“ ტიპის ფოტოგრაფიულ ფირფატებზე კარგ აღმოსფერულ პირობებში. 1—ო ასტროლოგი მიღვაძილოა თავისუფაბითი მასალის აღწერა.

განსაზღვრულია სპექტრული კლასები სიკაშვაშის 14 ფაზაში. კლასიფიკაციის კრიტერიუმად გამოყენებულ იქნა ონბიზებული კალციუმის K —ხაზისა და რთული ხაზის $H + H_e$ -ის გაზომილ ინტენსივობათა ფარდობა. კლასიფიკაციის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში. ამ კრიტერიუმით შეფასებული სპექტრები სრულ თანხმობაში პრისტონის შეფასებიბთან [2].

22-იანი გადიდების მიყროფორმობრამებზე იზომებოლა უწყვეტი სპექტრის
ინტენსივობა 20 წერტილში $\lambda = 4000 - 4700 \text{ \AA}$ ფარგლებში. შესაბამ ვარსკ-
ვლავად შერჩეულ იქნა $BD + 64^\circ$ 1686, რომელიც AOV კლასისაა მიღებული
დამოკიდებულებები $\lg J - \lg J_0 = f(\lambda^{-1})$ მოცუმულია მე-5 ცხრილში და

განხილულია საკოთხი *RZ Cep*-ის ფერის შესახებ. არსებული გამოკვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოცუმული მიმართულებით 600—700 პარსეკამდე სივრცე სინათლის შთანთქმის დიდი უნარით არ ხასიათდება და ამიტომ ცვალებადის დაკვირვებული დიდი ფერის მაჩვენებლის ნაწილი თვითონ ცვალებადს უნდა მიეწოდოს.

କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟର ମିଳେପୁଣୀ ମହାଶାଲଙ୍କ ସାତ୍ତ୍ଵଦ୍ୱୟାଲ୍କ୍ଷେ ଜୟବୁଲିଆ ମନନକ୍ଷରନମାତ୍ରୁଲି
ମରୁଦ୍ରାବି (ବାକ. 5). ଉଦ୍‌ଦେଖିବାରେ ଉଦ୍ଦିନାଂ 4000ମୀ-ଟ୍ରେ ଅନ୍ତର୍ମାତ୍ରରେ
କ୍ଷେତ୍ରରେ ମାତ୍ରୁଲାଭାବୀ ଯାଏନ୍ତିରେ ତାଙ୍କର ମାଜ୍ବିମାଲୁର ମନୋଶ୍ଵରେଲାଭାବୀ = 4000A-
ଟ୍ରେ ଏବଂ ଶ୍ରେମଦ୍ରାବି $\lambda = 4300\text{m}\text{-ଟ୍ରେ}$ ହିଁରେ କରାଯାଇଥିବାରେ ମନୋଶ୍ଵର
ଉଦ୍ଦିନାଂ ବେଳେ ଶ୍ରେମଦ୍ରାବିରେ ଅନ୍ତର୍ମାତ୍ରରେ ଶ୍ରେମଦ୍ରାବିରେ ଏବଂ
ରାମଲେଖାବିରେ ଅନ୍ତର୍ମାତ୍ରରେ ମାଜ୍ବିମାଲୁରିଆ, ମରୁଦ୍ରାବିରେ ମାଜ୍ବିମାଲୁରିଆ
ଏବଂ କରାଯାଇଥିବାରେ ମନୋଶ୍ଵରେ ଶ୍ରେମଦ୍ରାବିରେ ଏବଂ

ଓক্টোব্র, ১৯৬১

THE SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF THE SHORT-PERIOD CEPHEID RZ CEPhei

I. PH. ALANIA
(Summary)

On the basis of spectra obtained by means of 70 cm meniscus type telescope of the Abastumani Observatory the variable star *RZ* Cephei has been investigated. The definition of spectral classes has been made according to the measured ratio of intensities of lines K (Call) and H+He. The spectrum changes within the limits of AO—A5. In the spectral region 4000—4700 Å the spectrophotometric gradients have been determined. The temperature equals 16000° in maximum. The monochromatic curves for different wavelengths have been constructed. The change of amplitude in dependence on the wavelength is given. The amplitude reaches its maximum about $\lambda = 4000 \text{ Å}^{\circ}$.

August, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановска В. Спектроскопические исследования короткопериодических пульсирующих звезд. Вопросы космогонии, 1960, 7, 299—314.
 2. Preston G. W. A spectroscopic study of the RR Lyrae stars. Aph. J. 1959, 130, 507—538.
 3. Fringant A. Etude spectrophotometrique de RR Lyrae. J. d. Obs. 1956, 39, 178—180.
 4. Алания И. Ф. Спектральные классы 10 звезд типа RR Лиры. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, 25, 127—138.
 5. Алания И. Ф. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефид. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1958, 23, 3—66.
 6. Munch G., Tegrazas L. R. The spectrum of cluster type cepheids. Aph. J. 1946, 103, 371—374.
 7. Iwanowska W. A spectrophotometric study of RR Lyrae type variables. To- run Bull. 1953, 11.
 8. Stebbins J. Separation of the variations in area and in surface brightness of RR Lyrae, Delta Cephei and Eta Aquilae with applications to the period—luminosity relation. PASP. 1953, 65, 118—131.
 9. Robert M. A photometric study of RR Lyrae. AJ. 1954, 59, 185.
 10. Hardie R. H. A photometric study of RR Lyrae. Aph. J. 1955, 122, 256—262.
 11. Кукаркин В. В., Паренаго П. П., Ефремов Ю. И., Холопов П. Н. Общий каталог переменных звезд. Москва, 1958.
 12. Мельников О. А., Купревич Н. Ф., Жукова Л. Н. Абсолютные спектрофотометрические градиенты звезд, полученные привязкой к «звезде» с высокой цветовой температурой. АЖ, 1959, 36, 585—588.
 13. Spinrad H. Photoelectric observations of RR Lyrae stars. Aph. J. 1959, 130, 539—559.
 14. Мельников О. А. О соотношении между общим и избирательным поглощением света в Галактике. Изв. Пулк. Обс. 1961, 22, № 167, 129—138.
 15. Risley A. M. The Milky Way in Cepheus. Aph. J. 1943, 97, 277—299.
 19. Wernberg G. A. Spectrophotometric investigation on stars in bright and dark regions in Cepheus. Uppsala Obs. Ann. 1941, 1, № 4.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА ПЕРЕМЕННОЙ АС ГЕРКУЛЕСА

И. Ф. АЛАНИЯ

Переменная АС Геркулеса является типичным представителем звезд типа *RV* Тельца, обладающим постоянством среднего блеска.

Исследование спектров переменных данного типа, полученных с большой дисперсией, показало, что они являются особыми объектами, необычно большого блеска. Несмотря на то, что эти звезды охвачены разносторонними наблюдениями и исследованиями с давних пор, теории звезд типа *RV* Тельца до сих пор не существует. В. П. Цесевич [1], на основе тщательного анализа кривых изменения блеска в фотографических и визуальных лучах и кривых лучевых скоростей, выдвинул гипотезу, согласно которой эти звезды имеют двухярусное строение. Причем радиусы внешних оболочек порядка 5 миллиардов километров.

В 1960 г. в Абастуманской обсерватории по рекомендации В. П. Цесевича начались фотоэлектрические и спектральные наблюдения АС Геркулеса. Фотографические наблюдения ведутся в Одесской обсерватории. Накопление такого разностороннего наблюдательного материала и его анализ может играть большую роль при установлении характера физических процессов, происходящих в атмосферах этих звезд и вызывающих изменения их блеска.

Звезда АС Геркулеса хорошо исследована главным образом, спектроскопически. В данной работе мы ставили целью изучение распределения энергии в непрерывном спектре этой звезды в различных фазах изменения блеска.

Наблюдения были начаты на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с июля 1960 г. Последняя спектрограмма получена 15 октября 1960 года. Дисперсия спектра 166 Å/мм около линии $H\gamma$. Спектры были расширены на 0.3 мм. Наблюдения велись в весьма благоприятных условиях как в смысле прозрачности земной атмосферы, так и в смысле положения звезды над горизонтом. Всего получен 21 негатив. Из них некоторые оказались передержанными, а часть снимков мы признали негодной для обработки. Сводка использованного материала приведена в табл. I, которая не требует пояснения.

Калибровка негативов производилась со ступенчатым ослабителем на лабораторном спектрографе ИСП-51. Пластиинки проявлялись при $+18^{\circ}\text{C}$ в течение 7 минут в проявителе Чибисова. Спектрограммы были обработаны на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4. Для негативов 1688, 1689, 1701, 1711, и 1726, на которых длинноволновая часть спектра простирается до 6500 \AA , применялось увеличение в 6 раз, а для остальных в 14 раз.

Таблица 1

№ № негативов	Дата	Экспозиция в минутах	Средние моменты наблюдения в юлианских днях	Сорт фотографических эмульсии
1688	13.8.1960	5	2437160.250	Кодак ОаE
1689	"	4	.262	"
1701	18.8.	5	165.260	"
1711	19.8.	6.3	166.235	"
1726	20.8.	8	167.237	Агфа Астро
1733	22.8.	10	169.282	"
1735	26.8.	6	173.297	"
1742	28.8.	6.3	175.294	"
1765	21.9.	7	199.215	"
1769	22.9	5	200.218	"
1822	8.10.	8	216.192	"
1823	11.10.	8	219.172	"
1838	15.10.	6	223.176	"

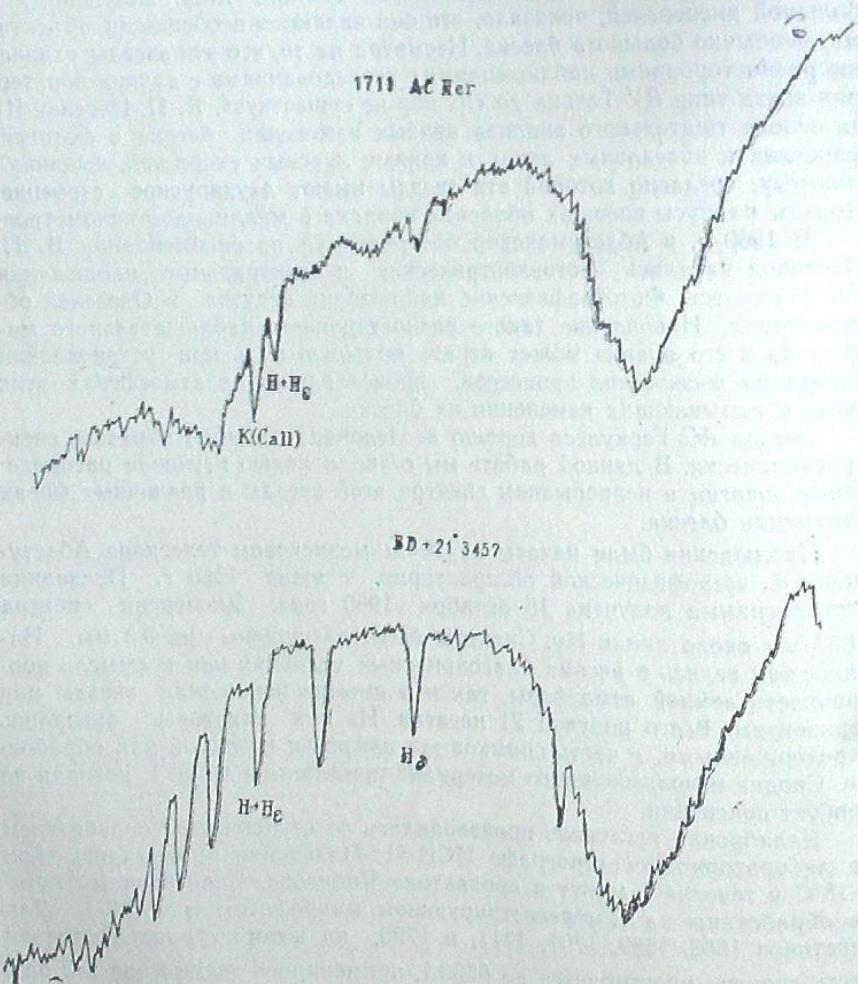


Рис. 1

Звездой сравнения служила звезда спектрального класса AOV, BD +21° 3457, угловое расстояние которой от AC Геркулеса не превышает величину 30°. Следовательно, в данном случае нет надобности учитывать влияние атмосферного ослабления света. На рис. 1 представлены для иллюстрации регистограммы AC Геркулеса и звезды сравнения BD +21° 3457.

Так как основной задачей настоящего исследования было изучение распределения энергии в непрерывном спектре AC Геркулеса, то проведению непрерывного спектра уделялось особое внимание; несколько раз проверялась реальность отдельных пиков в различных участках спектра, после чего проводились огибающие к микрофотометрическим кривым. Применяемые нами фотографические эмульсии обладают до некоторой степени зернистостью, но влияние этого эффекта на конечные результаты не будет ощутимым, поскольку предметом нашего исследования являются непрерывные спектры. При этом регистограммы исследуемой и стандартной звезды совершенно одинаково обрабатывались.

Сравнение распределения энергии в спектрах AC Геркулеса и звезды BD +21° 3457 производилось для следующих длин волн: 3715, 3730, 3745, 3790, 3815, 3865, 3910, 3950, 4010, 4055, 4150, 4215, 4275, 4420, 4485, 4550, 4615, 4695, 4765, 4855, 4900, 5000, 5100, 5200, 5300, 5400, 5500, 5600, 5700, 5800, 5900, 6000, 6100, 6200, 6300, 6400 и 6500 Å. На негативах 1733, 1735, 1742, 1765, 1769, 1822, 1823 и 1838 имеются только фотографические участки и поэтому определения интенсивностей прерываются на длине волны $\lambda=4855\text{ \AA}$. Остальные спектрограммы со стороны коротких длин волн оказались недодержанными, ввиду чего изменения на них начинались с $\lambda=3910\text{ \AA}$ и продолжались до 6500 \AA . Полученные зависимости $[\lg J(\text{AC Her}) - \lg J_0(\text{BD} +21^\circ 3457), \lambda^{-1}]$ представлены на рис. 2 и 3.

Поскольку спектрограммы 1688 и 1689 были получены в одну ночь, последовательно одна за другой, значения разностей логарифмов интенсивностей, соответствующие этим негативам, мы усреднили. Фазы, указанные на рисунках 2 и 3 наряду с номерами негативов, вычислялись по элементам

$$\text{Min} = J. D. 24355052 + 75.4619 E.$$

Как видим из рис. 2, в фазах 0.017 и 0.030 непрерывный спектр AC Геркулеса на протяжении от 3900 до 6500 \AA удовлетворительно представляется одним значением цветовой температуры. Вблизи минимума блеска (негативы 1688, 1689, 1701) зависимости $(\lg I - \lg I_0, \lambda^{-1})$ около длины волны $\lambda=4765\text{ \AA}$ разрываются и они могут быть представлены двумя прямыми, имеющими разный наклон к оси абсцисс.

На рис. 3 представлены зависимости $(\lg I - \lg I_0, \lambda^{-1})$ только для фотографических участков спектра. Как видим, около длины волны $\lambda=3865\text{ \AA}$ наблюдаются изломы. По-видимому они объясняются депрессией непрерывного спектра звезды сравнения с длинноволновой стороны от бальмеровского континуума, обусловленной, в основном, бландированием водородных линий. Также нельзя признать изломы реальными и в красных концах спектров, так как спектральная чувствительность применяемых эмульсий в этом участке сильно падает.

Для определения относительных спектрофотометрических градиентов ($\Delta\phi$) составлялись условные уравнения вида:

$$\lg J_\lambda - \lg J_{0\lambda} = \frac{1}{\lambda} \left\{ \frac{d}{d\lambda} \lg \frac{J_\lambda}{J_{0\lambda}} \right\} + \text{const}$$

и они решались способом наименьших квадратов, причем точки, отклоняющиеся от прямолинейной зависимости, отбрасывались в обоих концах спектров. Для фаз 0.938 и 0.004 $\Delta\phi$ определялись отдельно для фотографического и фотовизуального участков спектра. Результаты вычислений содержатся в четвертом столбце таблицы 2. В третьем столбце приведены области длин волн определения относительных спектрофотометрических градиентов.

Определенные таким образом $\Delta\phi$ должны быть исправлены за влияние межзвездного покраснения света. К сожалению, такие исследования в направлении на AC Геркулеса не имеются. Общее поглощение изучено по подсчетам звезд до 15 зв. величины [2]. Констатируется наличие двух облаков: одного—на расстоянии до 500 пс и второго до 1250 пс. В зоне, где попадает AC Геркулеса, поглощение до 500 пс. составляет 0.6. Такой же поглощающей способностью характеризуется и второе облако в данном направлении. Эти данные нельзя считать надежными, поскольку они получены по методу Вольфа без подразделения звезд по светимостям. К такому же результату приводит и применение для AC Геркулеса формулы П. П. Паренаго. Нужно отметить, что по долготе на расстоянии 1° от AC Геркулеса согласно подсчетам Хаббла наблюдается нормальное число внегалактических туманностей. Видимое распределение звезд в районе AC Геркулеса совершенно однородное и по Паломарскому атласу. Таким образом, в направлении на AC Геркулеса как-будто не должно быть значительной концентрации поглощающей материи, но все же для полного фотографического поглощения света до переменной мы взяли значение $A_{pg} = 1.2$. Переводя последнее в избыток цвета, для исправления наблюденных градиентов от влияния межзвездного покраснения света мы пользовались выражением

$$0.921 \frac{0.24}{\lambda_2^{-1} - \lambda_1^{-1}}.$$

Исправленные значения относительных спектрофотометрических градиентов ($\Delta\phi$) даются в пятом столбце таблицы 2.

Покраснением света для звезды сравнения $BD+21^\circ 3457$ мы пренебрегаем. Основанием для этого послужили определения ее показателя цвета на камере Шмидта Абастуманской астрофизической обсерватории, произведенные нами в августе 1961 года. Близко к интернациональной системе из трех определений в фотографических лучах и из четырех определений в фотовизуальных мы получили $M_{pg} = 8.77$ и $M_{pv} = 8.93$. Следовательно ее показатель цвета равен -0.16 , что является нормальным для звезд класса AOV . Кстати и B — звезды из каталогов Стеббинса и В. Б. Никонова в пределах 2 градусов от звезды

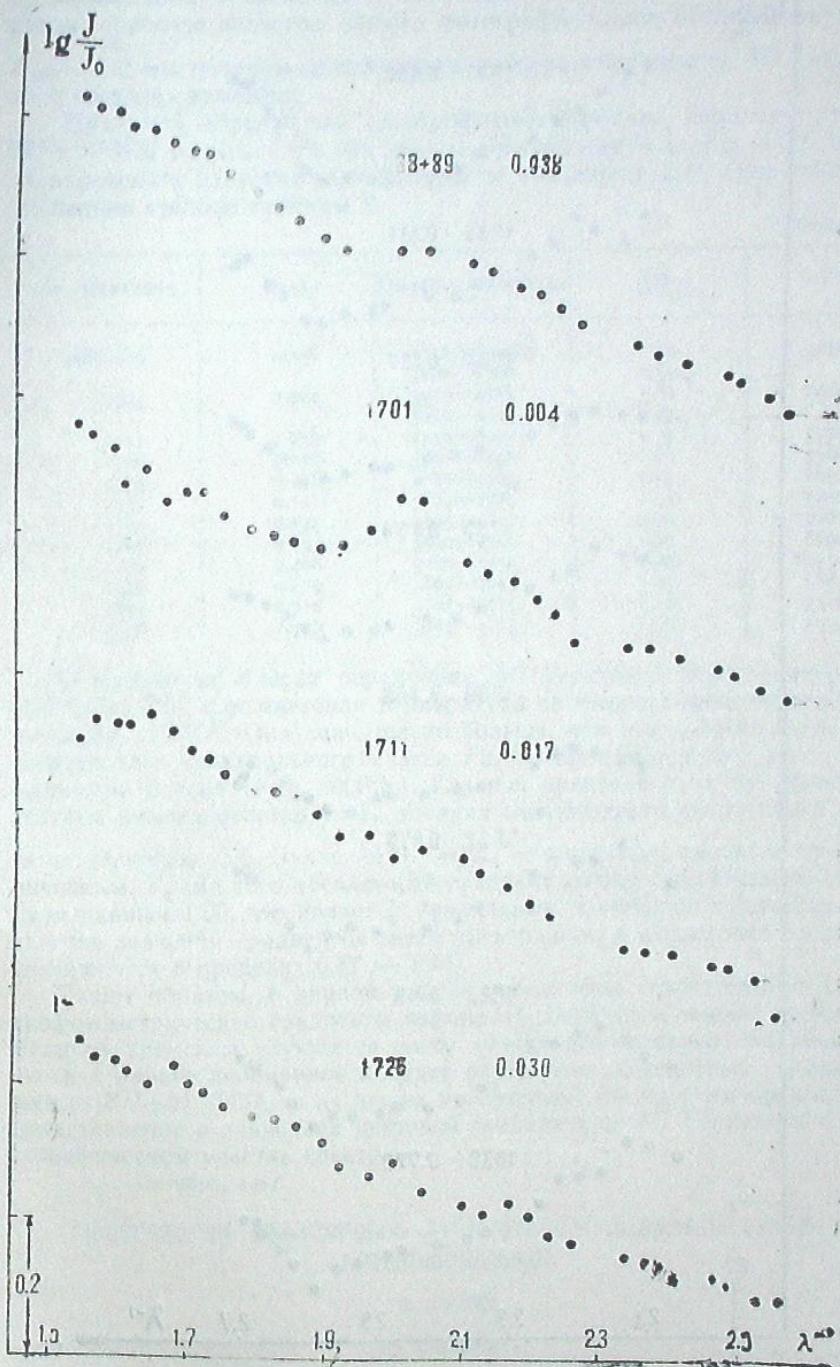


Рис. 2

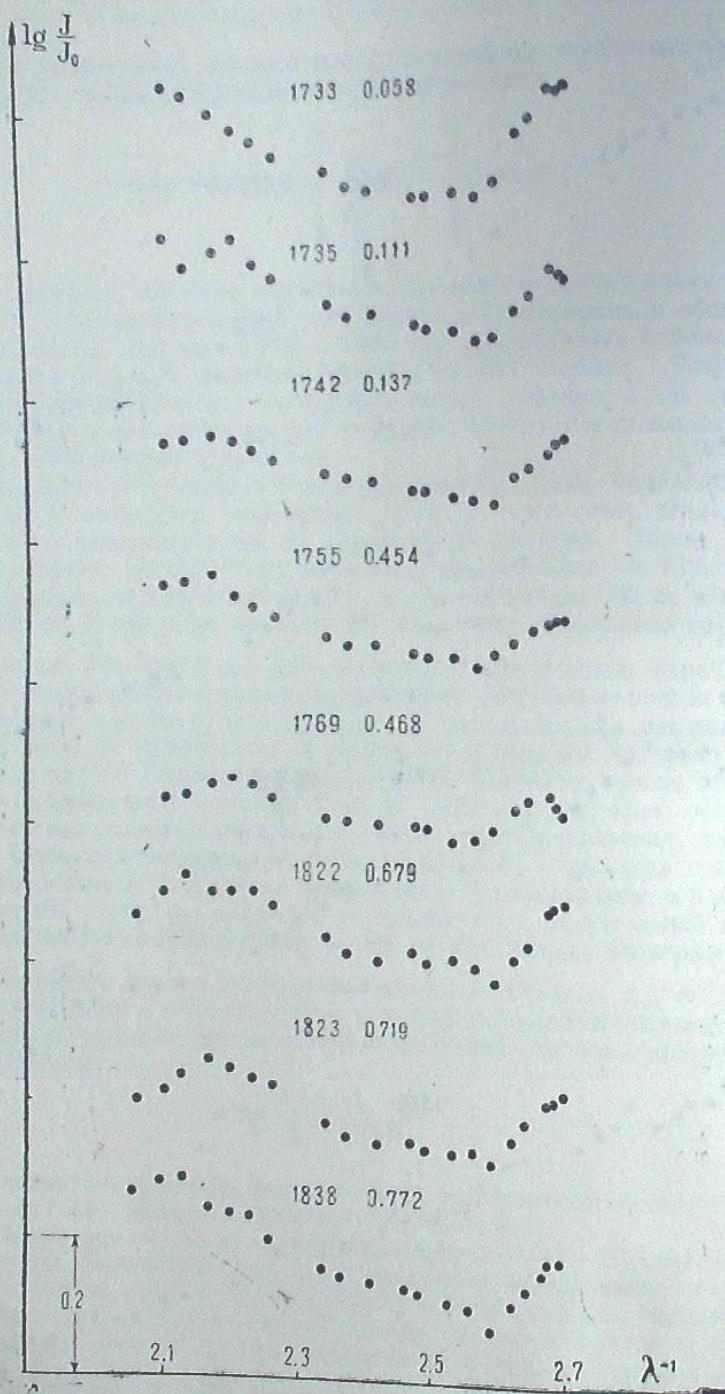


Рис. 3

сравнения (общее число их 4) не являются покрасневшими. Таким образом, принятое значение общего фотографического поглощения света $A_{pg} = 1.2$ мы целиком приписываем пространству между АС Геркулеса и звездой сравнения.

Приимая абсолютный спектрофотометрический градиент звезды BD+21°3457 равным 1.00, как звезды спектрального класса *A0V*, можно определить цветовые температуры по значениям $\Delta\phi$. Они даются в последнем столбце таблицы 2.

Таблица 2

№ № Негативов	Фаза	Область длин волн	$\Delta\Phi$	T°K
1688—89	0.938	3910—4900 Å	1.93	5800
		5200—6500	2.55	
1701	0.004	3910—4765	1.89	6000
		5300—6500	2.34	
1711	0.017	3910—6500	1.79	5700
1726	0.030	3910—6500	1.70	5900
1733	0.058	4010—4765	1.95	6050
1735	0.111	3865—4765	1.47	7200
1742	0.137	3865—4615	1.02	10000
1765	0.454	3910—4765	1.22	8500
1769	0.468	3910—4550	1.00	10750
1822	0.679	3865—4995	1.36	7800
1823	0.719	3865—4615	1.42	7750
1838	0.772	3865—4765	1.75	6300

В максимуме блеска переменная *AC* Геркулеса имеет спектральный класс *F2p*, а ее цветовая температура по нашим определениям равна около 11000°K . Она значительно больше, чем это должно быть для сверхгиганта спектрального класса *F2*. То же самое имеет место и в минимуме блеска (*K4e*, 6000°K). Главной причиной этих неувязок мы считаем несовершенство учета влияния межзвездного покраснения света на величины $\Delta\phi$. Значение $A = 1.2$, по-видимому, является преувеличенным. Кроме того абсолютный градиент звезды сравнения мы приняли равным 1.00, что является правильным в среднем. Индивидуальные же значения градиентов звезд спектрального класса *AO* согласно [3] меняются в пределах 0.87 — 1.14.

Таким образом, в данной работе определены относительные спектрофотометрические градиенты звезды *AC* Геркулеса вполне надежно. Если со временем улучшатся наши знания относительно покраснения света в районе переменной и будет определен абсолютный градиент звезды *BD+21° 3457*, то из наших наблюдений мы получим правильное представление о значениях цветовой температуры *AC* Геркулеса в фотографическом участке спектра.

Октябрь, 1961.

ଓৰাল্পংঘাৰী কেন্দ্ৰীয়সুৰি AC -ৰ উৎপত্তিৰ সৈকতিকৰণ পৈৱৰ্ত্ত-
ৰূপোন্তৰণৰ কৰিব।

0. ალანია

შესწავლითა ცვალებადის ჰერკულესის AC-ს უწყვეტ სპექტრში ენერგიის განაწილება სიკაშეაშის სხვადასხვა ფაზაში. დაკვირვებითი მასალა მიღებულია

ଓঞ্জনমুখীরা, ১৯৬১।

SPECTROPHOTOMETRY OF *AC HERCULIS* CONTINUOUS SPECTRUM

I. PH. ALANIA

(Summary)

Photometry of *AC* Her continuous spectrum has been carried out on the basis of spectra, obtained by means of the 70 cm meniscus telescope of the Abastumani observatory.

The relative spectrophotometric gradients ($\Delta\Phi$) have been determined. The comparison star was $BD+21^{\circ}3457$. Colour temperatures are computed. The results are given in table 2.

October, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданова И. Г., Цесевич В. П. О физической природе звезд типа RV Тельца // Изв. Одесской астрон. обс. 1953, 3, 30—60.
 2. Calvert R. L. An analysis of galactic structure in the direction of Aquila. // ApJ. 1951, 114, 123—131.
 3. Barbiere D. et Chalonge D. Etude du rayonnement continu de quelques étoiles entre 3100 et 4600 Å. // Ann. d'Ap. 1941.4, 30—96.

ФОТОМЕТРИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ СПЕКТРОВ ЗВЕЗД *RS* И XX ЗМЕЕНОСЦА

М. В. ДОЛИДЗЕ и И. Ф. АЛАНИЯ

14 июля 1958 г. произошла очередная вспышка повторной Новой *RS* Змееносца. Спектральные наблюдения этой звезды на Абастуманской астрофизической обсерватории были начаты 16 июля и проводились на двух призменных камерах: I) метровая камера 40-см рефрактора, диаметр объектива 20 см, преломляющий угол призмы 16° и II) 70-см мерниковый телескоп, преломляющий угол призмы 8° . На первой призменной камере наблюдения были прерваны на третий день, т. к. звезда ослабела и стала недоступной для наблюдений на этом приборе. На второй призменной камере наблюдения были прерваны 4 августа 1958 г. Часть спектра *RS* Змееносца искажается наложением спектра близлежащей звезды *HD* 162215, 9,5, *KO*. Призма на второй камере была повернута на 180° 23 июля 1958 г. и на фотографиях, полученных до и после поворота призмы, свободными оказались разные участки спектра *RS* Змееносца. В дальнейшем решено было обработать свободные от искажения участки имеющихся спектров и с целью обнаружения возможных изменений спектрофотометрической температуры примерно через год, 3 и 12 июля 1959 г. были получены дополнительные фотографии спектров *RS* Змееносца. Решено было также провести фотометрию непрерывного спектра звезды, известной как «железная» звезда III. Спектр этой звезды XX Змееносца получается одновременно со спектром *RS* Змееносца. XX Змееносца (*HD* 161114, *MWC* 269, $\alpha=17^{\text{h}}38\text{m}$, $\delta=-6^\circ 14'$ (1900), 10, *Var*, *Sp*—рес) неправильная переменная, сходная со звездами типа Г Тельца [2].

Звезды сравнения были выбраны на той же пластинке так, чтобы при ослаблении блеска исследованных звезд иметь подходящие по блеску звезды сравнения. Список звезд сравнения и данные о полученных спектрах приводятся в таблицах 1 и 2.

Фотографирование звездных спектров произведено на фотопластинках Агфа Астро Рот Рапид, Агфа Астро и последние три номера на пластинах Кодак ОаЕ. Калибровочные снимки получены на пластинках из тех же коробок, что и основные на щелевом спектрографе ИСП-51. Все снимки проявлялись в стандартных условиях в метолгидрохиноновом проявителе.

Время выдержки калибровочных снимков 3 и 5 минут для красного участка и 15 минут для фотографического. Все спектры обработаны на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4. Уровень непрерывного спектра проводился как огибающая микрофотометрической кривой с исключением линий и полос излучения

для исследованных звезд. Для отождествления линий и полос излучения в спектре RS Змееносца были использованы опубликованные отпечатки щелевых спектрограмм [3]. Определение относительного спектрофотометрического градиента производилось графическим путем. Несмотря на большие изменения, происшедшие за время наблюдений в линейчатом спектре звезд RS и XX Змееносца, изменения в их непрерывных спектрах оказались небольшими (в пределах одного-двух спектральных классов). Если использовать шкалу спектрофотометрических температур для фотографического участка Барбье и Шалонжа [4] с нульпунктом $T_{\lambda} = 15400^{\circ}\text{K}$, значения спектрофотометрических температур ($T_{xx}^{\circ}\text{K}$) XX Змееносца в участке длин волн $\lambda = 3900 - 6500\text{\AA}$ ($\bar{\lambda} = 5200\text{\AA}$) следующие (табл. 3 и соответственно рис. 1).

Таблица 1

№ п/п	№ по HD	α 1900	δ 1900	m_v	Sp HD
1	161056	17 38.3	-7 02	6.20	B5
2	161531	38.7	-5 53	7.32	K0
3	161555	41.1	-7 56	7.32	G5
4	163153	49.6	-7 42	6.87	G5
5	162324	45.4	-5 18	8.4	A3
6	162506	46.3	-6 14	8.6	A0
7	162214	48.5	-5 45	9.3	F8

Вероятная ошибка спектрофотометрического градиента ± 0.6 . На рис. 1 даются примеры зависимостей $(\lg \frac{J}{J_0}, \lambda^{-1})$ звезды XX Змееносца.

Таблица 2

Дата наблюдений	16.7.1958	17.7.1958	20.7.1958	23.7.1958	4.8.1958	3.7.1959	12.7.1959
№ негат. 1 призмен. камера	5648, 5649 5650, 5651	5652	—	—	—	—	—
Время выдержки в минутах	24, 19, 52, 40	30	—	—	—	—	—
№ негат. II при- змен. камера	883	890	891, 892, 894	898	905	1240	1241, 1242
Время выдержки в минутах	5	5, 3, 1	10, 5, 3, 1; 5, 3, 1	5, 3, 1	5	20	35, 20

носца (звезда сравнения № 7, F8). Как и следовало ожидать, по отношению к спектру звезды спектрального класса F8, металлическая звезда не дает перегиба у $\lambda^{-1} = 2.10$ и непрерывный спектр представляется одним значением спектрофотометрической температуры T_{xx} .

На рис. 2 приводится зависимость $\lg \frac{J}{J_0} = f(\lambda^{-1})$; звезда сравнения

№ 5 A3. В данном случае непрерывный спектр нельзя представить одним значением спектрофотометрической температуры. Возможно, что частично это изменение вызвано особенностями звезд сравнения. Изменения спектрофотометрической температуры с течением времени в последнем случае также не велики. В обоих случаях (звезда сравне-

ния № 7, F8 и №5, A3) значения спектрофотометрической температуры ниже, т. е. звезда краснее, чем это можно было бы ожидать судя по спектральному классу звезды (Вер) и значению температуры воз-

Таблица 3

№ п/п	Дата наблюдения	$T_{xx}^{\circ}\text{K}$
1	20.7.1958	4000
2	23.7.1958	4200
3	3.7.1959	4890
4	12.7.1959	5200

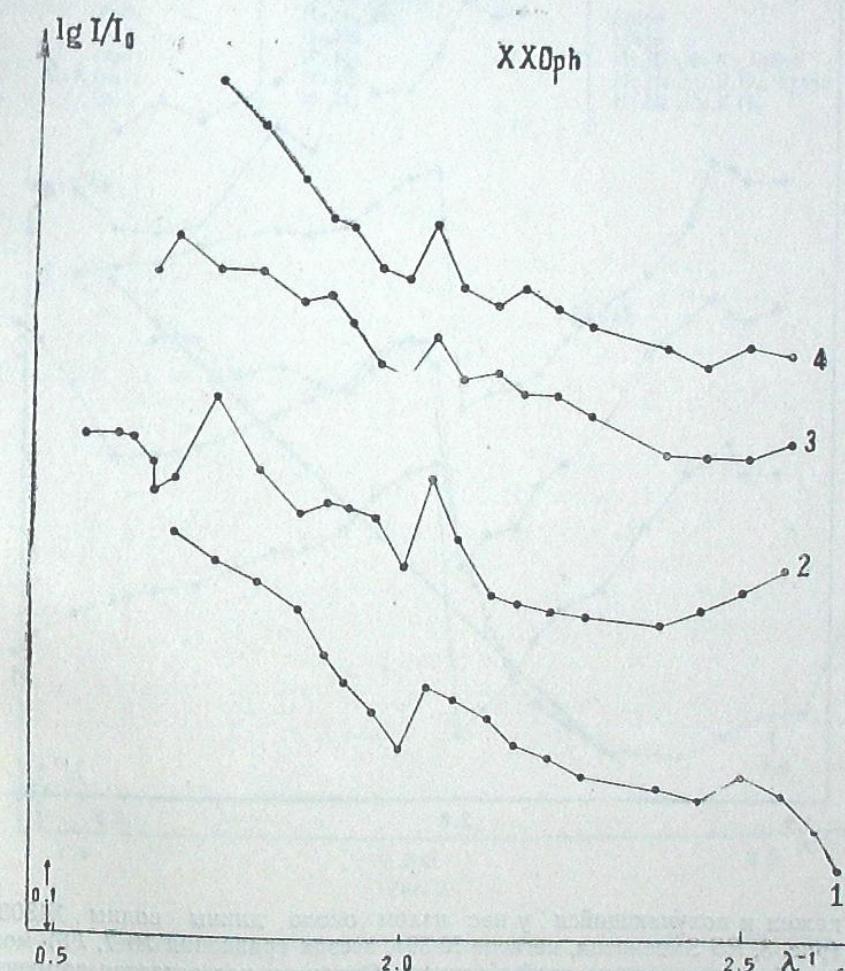


Рис. 1

буждения в атмосфере звезды $T \approx 10000^{\circ}$ [5]. Возможно, что значение спектрофотометрической температуры соответственно изменениям в линейчатом спектре также меняется. Но за время наших наблюдений радикальных изменений в спектре не наблюдалось. В таблице 4 мы

приводим перечень линий излучения и поглощения в спектре XX Змееносца. Что касается звезды RS Змееносца, то из-за наложения спектра еносца. Что касается звезды RS Змееносца, то из-за наложения спектра еносца. Что касается звезды RS Змееносца, то из-за наложения спектра еносца.

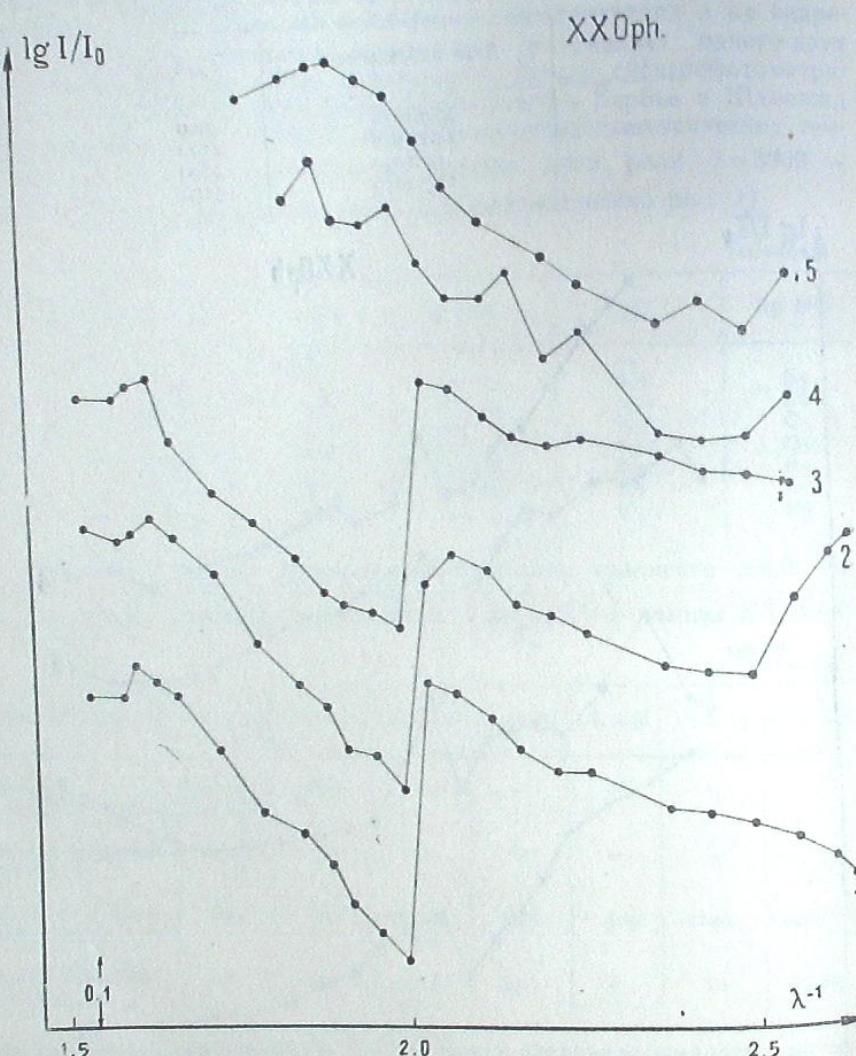


Рис. 2

кажден и получающийся у нас излом около длины волны $\lambda 300\text{ \AA}^1$ (рис. 3, RS Змееносца, негатив № 891, звезда сравнения № 7, F8) можно объяснить именно этой причиной. Однако у нас остается сомнение, т. к. при повороте призмы, когда наложение спектров происходит в другом участке RS Змееносца, картина не меняется (рис. 4, два спектра RS Змееносца на негативе № 898; звезда сравнения № 4, G 5). Кроме того, по данным, полученным на первой призменной камере, где влияние эффекта наложения ослаблено из-за меньшей светосилы при-

бора, излом получается приблизительно в том же месте (рис. 5, 1 соответствует RS Змееносца; негатив № 5652, звезда сравнения № 1, B5, 2 — RS Змееносца, негатив № 890 звезда сравнения № 1, B5).

Таблица 4

№ Негатива	Линии излучения	Линии поглощения
883	H β	H γ , H δ , H ϵ , K
891	H α , λ 4686	H β , H γ , H δ , H ϵ , K, λ 5876
892	H α , H β , H γ	H β — H α , λ 5876
894	H α , H β , λ 4686, 4472, H γ , H δ , H ϵ , H δ	λ 5876
898	H α , H β , H γ	λ 5876
905	H α , H β	λ 5876
1240	H α , H β	H γ , H δ , H ϵ , K, λ 5876
1241	H α , H β	H γ , H δ , H ϵ , K, H δ , λ 5876
1242	H α , H β	H γ , H δ , H ϵ , K, H δ

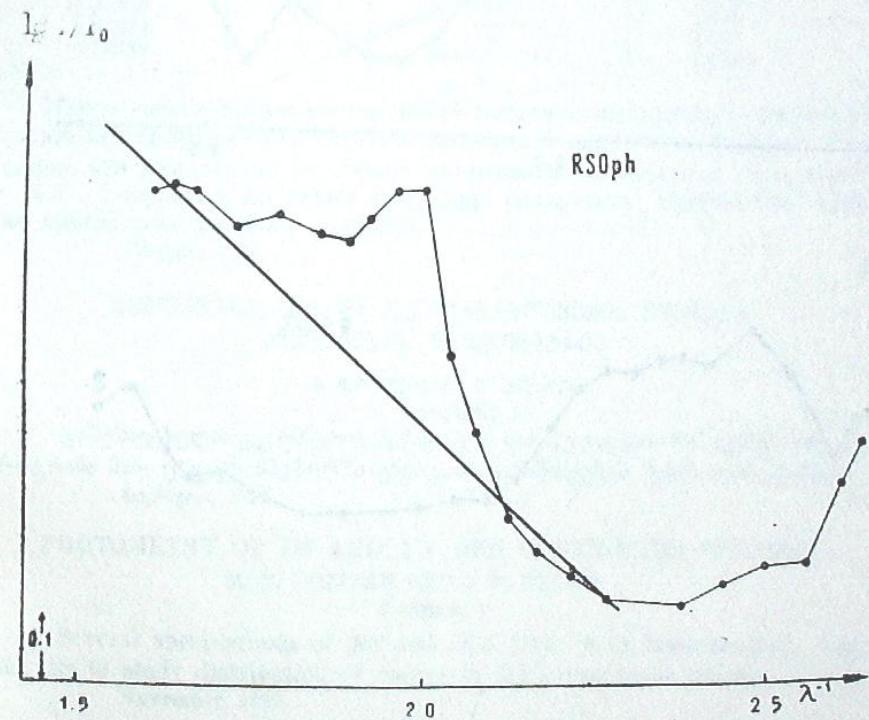


Рис. 3

Учет эффекта наложения можно провести следующим образом. Соединим чистые т. е. неискаженные эффектом наложения точки на кривой зависимости $\lg \frac{J}{J_0} = f(\lambda^{-1})$ с теми точками ее в фотографическом т. е. искаженном участке, на которые приходится участок спектра близлежащей звезды HD162215, значительно ослабленной из-за провала

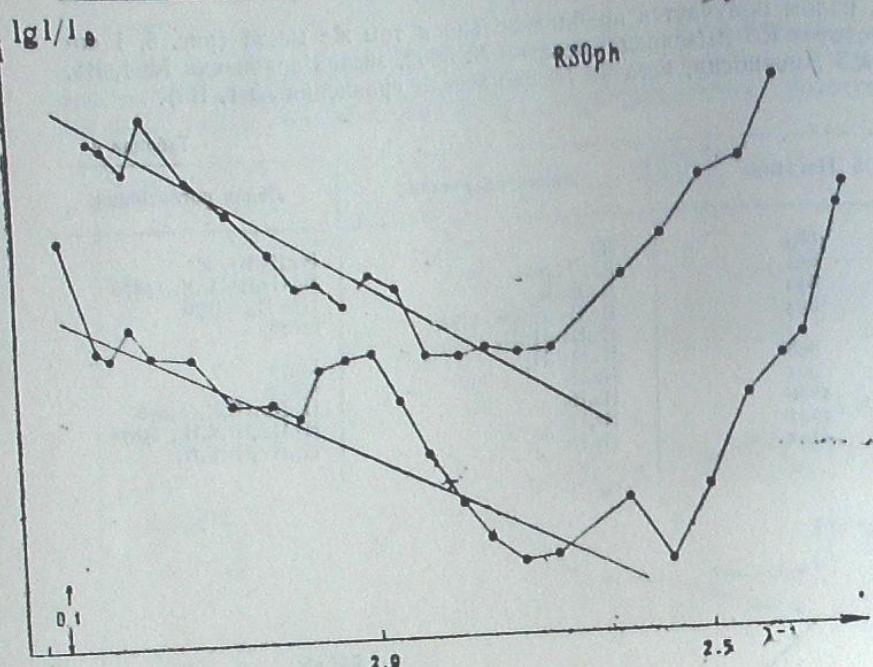


Рис. 4

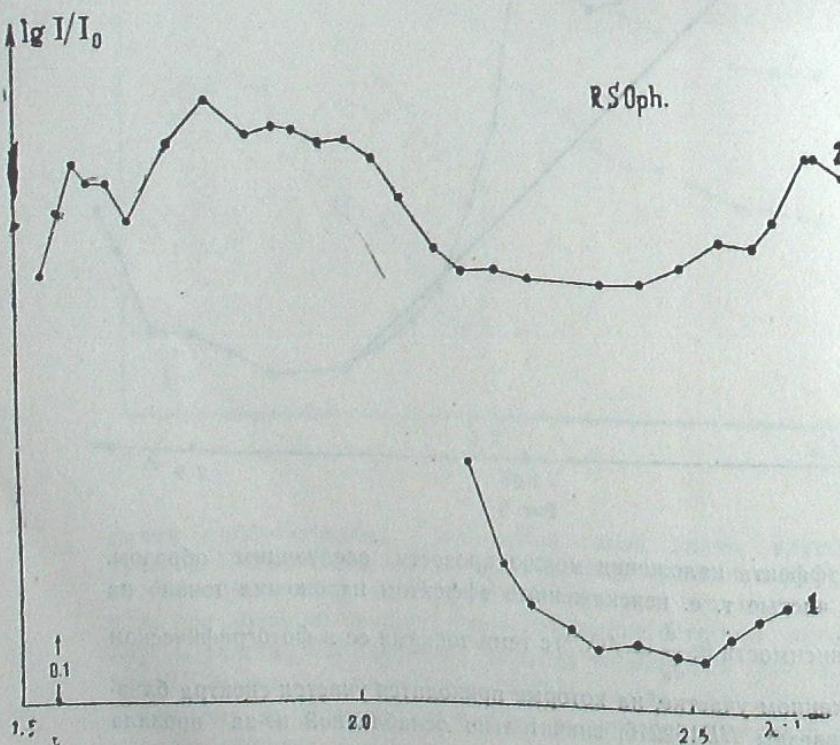


Рис. 5

чувствительности фотопластинки. На рисунках 3 и 4 эти точки кривой соединены сплошной линией. На рис. 4 верхняя кривая соответствует спектрам, полученным с меньшей экспозицией. Видно, что в этом случае эффект наложения влияет меньше т. е. отклонение точек от сплошной линии меньше. После исправления кривых вышеописанным способом, значения спектрофотометрических температур ($T_{RS} K$), определенных в той же шкале температур, что и выше, следующие (таблица 5):

Таблица 5

Дата наблюдения	$T_{RS} K$ $\lambda 3660$	$T_{RS} K$ $\lambda 3961$	$T_{RS} K$ $\lambda 5450$
16.7.1958	—	—	3500 ($\lambda 5270$)
17.7.1958	3800	33500	4100
20.7.1958	2400	31400	3800
23.7.1958	3400	17600	3900
3.8.1959	—	—	4400
12.7.1959	—	9400 ($\lambda 3778$)	4400

Излом около длины волны 4300\AA частично вызывается эффектом искажения непрерывного спектра полосами и линиями излучения. Очевидно, что желательно не только продолжить наблюдения спектров RS и XX Змееносца, но также проверить результаты, полученные нами, на других спектральных приборах.

Ноябрь, 1959.

880-летний RS и XX -Змееносец в 1959 году Совещание по спектральному изучению

В. Долидзе и О. Альбера
(Румыния)

Факультета астрономии Румынского института RS и XX змееносца излучениями с небольшим изломом в 4300\AA и сопутствующими излучениями. Бюллетень, 1959.

PHOTOMETRY OF RS AND XX OPH CONTINUOUS SPECTRA

M. V. DOLIDZE AND I. F. ALANIA
(Summary)

Several spectrograms of RS and XX Oph have been treated with the aim to study distribution of energy in their continuous spectra.

November, 1959.

ЛИТЕРАТУРА

1. Merrill P. W. The Iron Star HD 161114. Publ. A. S. P. 1924, 36, 225.
2. Амбарцумян В. А. Явление непрерывной эмиссии и источники звездной энергии. Сообщения Бюракан. астрофиз. обс. 1954, 13, 1-35.
3. Bloch Marie. Dufay J. Evolution du spectre de Nova RS Ophiuchi du 14 au 25 juillet. C. R. Acad. Sci., 1958, 247, № 12, 865-868.
4. Barbier D., Chalonge D. Etude du rayonnement continu de quelques étoiles entre 3100 et 4600 Å. Ann d'Aph 1941, 4, 30-96.
5. Мельников О. А. Об интенсивностях линий квадрупольных мультиплетов ионизованного железа. Астрон. Ж., 1959, 36, 385-409.

ФОТОМЕТРИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА ЧЕТЫРЕХ
 НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗВЕЗД С ПОЛОСАМИ ПОГЛОЩЕНИЯ
 В СПЕКТРЕ

М. В. ДОЛИДЗЕ, А. Ф. ПУГАЧ

В программу наблюдений нестационарных звезд, выполняемых в Абастуманской астрофизической обсерватории, включена группа звезд с комбинированными спектрами. В течение 1960-61 гг. на 70-см призменной камере с 8° призмой нами были получены спектры нескольких эмиссионных звезд с полосами поглощения в спектре. Несмотря на различия в светимостях и типе переменности, их объединяет общность некоторых признаков: наличие комбинированного спектра, высокая или умеренная галактическая широта, отклонение распределения энергии от нормального для данного спектрального класса.

Цель настоящей работы заключается в сопоставлении структур излучения четырех нестационарных звезд с особенностями в спектре.

Данные наблюдений для Сверхновой в NGC4496 (1960) и звезд AG Dra, AG Peg, Z And приведены в таблице I.

Таблица 1

Звезда	№ пластинок	Дата	Сорт пластинок	Время выдержки в минутах
AG Dra	1578	28. 4.1960	Kodak OaF	60
	1593	19. 5.1960	"	90
	1596	20. 5.1960	"	120
	659	13.10.1957	Kodak OaE	25
	660	13.10.1957	"	40
	2215	9. 4.1961	Kodak OaF	40
	2221	10. 4.1961	Kodak OaE	30
	2243	11. 5.1961	Kodak OaO	52
	2244	12. 5.1961	"	46
	2466	27. 9.1961	Kodak OaE	36
AG Peg	2470	28. 9.1961	"	13
	2472	28. 9.1961	Kodak OaF	30
	2471	28. 9.1961	"	15
Z And	2482	3.10.1961	"	40
	2485	4.10.1961	"	29
	2299	7.10.1961	"	80
	2511	9.10.1961	"	30

Два снимка AG Dra № 659 и № 660 были обработаны ранее в фотографическом участке спектра [1].

Данные о звездах сравнения приведены в таблице 2.

В качестве звезд сравнения выбирались звезды, спектры которых получались одновременно со спектрами исследованных звезд. Поправки за поглощение света в межзвездном пространстве и в земной атмосфере из-за их незначительности не учитывались. Калибровочные сним-

ки получались на спектрографах ИСП-51 и ИСП-22. Характеристические кривые строились отдельно для красного, фотографического и ультрафиолетового участков спектра. Микрофотограммы исследованных звезд приведены на рис. 1—7.

Таблица 2

Звезда	HD	BD	Sp HD	Sp Абаст.
SN	108958	+04°2624	G0	
AG Dra	110555	+04°2647	G5	
	143665	+65°1092	G5	
"	144327	+65°1096	G5	
"	145991	+66° 937	K	
AG Peg	146250	+66° 938	G5	M
Z And	208189	+12°4710	B9	
		+12°4711		
		+46°4025		M

Рассмотрение микрофотограмм показывает, что за время наблюдений произошли изменения в спектрах исследованных звезд. Например, в спектре Сверхновой звезды полосы поглощения и излучения меняли положение и ширину. Широкие эмиссии также претерпели изменения. Для отождествления спектра Сверхновой мы использовали микрофотограммы Сверхновых, опубликованные в работах [2] и [3]. Длины волн в спектре Сверхновой мы определяли по отношению к довольно узкой эмиссионной полосе $\lambda 6457\text{A}$, которая присутствует во всех спектрах без заметных изменений. При фотометрической обработке непрерывного спектра исследованных звезд, мы выбирали наиболее свободные от полос поглощения и излучения участки спектра, поэтому значения λ у нас получились неодинаковые для различных нестационарных звезд. Эти значения для Сверхновой следующие: 654, 586, 567, 555, 543, 534, 504, 489, 471, 454, 449, 442, 436, 429, 421, 414, 401, 391, 385, 377, 374, 360, 358, 352, 347 мк; для AG Dra: 487, 474, 461, 448, 435, 421, 410, 405, 397, 388, 385, 381, 378, 375, 372, 368, 365, 362, 360, 358, 355, 351, 348, 344 мк. (Красный участок спектра AG Dra искажен спектром соседней звезды); для AG Peg: 687, 640, 610, 599, 538, 528, 511, 487, 470, 452, 448, 435, 421, 410, 405, 388, 380, 377, 374, 372, 368, 365, 362, 358, 355, 351, 348 мк; для Z And: 642, 617, 595, 590, 544, 533, 518, 494, 480, 465, 452, 436, 420, 407, 400, 397, 379, 369, 364, 361, 355, 351, 349, 342 мк.

Зависимости $\lg J/J_0$ от λ^{-1} для исследованных звезд приведены на рис. 8—14.

Для AG Dra в качестве $\lg J_0$ бралось среднее значение $\lg J_0$ по трем звездам спектрального класса G5; по снимку N2221 — только по двум звездам G5: HD143665 и HD144327. Для AG Dra, AG Peg и Сверхнейной характерно отклонение зависимости $(\lg J/J_0, \lambda^{-1})$ от прямолинейной.

Рассмотрим эти зависимости отдельно для каждой звезды. 1) SN. Если совместить кривые (рис. 8 и 9) в точках $\lambda^{-1}=1.765$ и $\lambda^{-1}=2.780$, то можно соединить эти точки прямой одинакового наклона. Отклонение от прямой между этими точками наибольшее 19.5.1960 г., причем дополнительное непрерывное излучение, — волны эмиссии, как их называют, меняет интенсивность, ширину и положение. Отклонение в ультра-

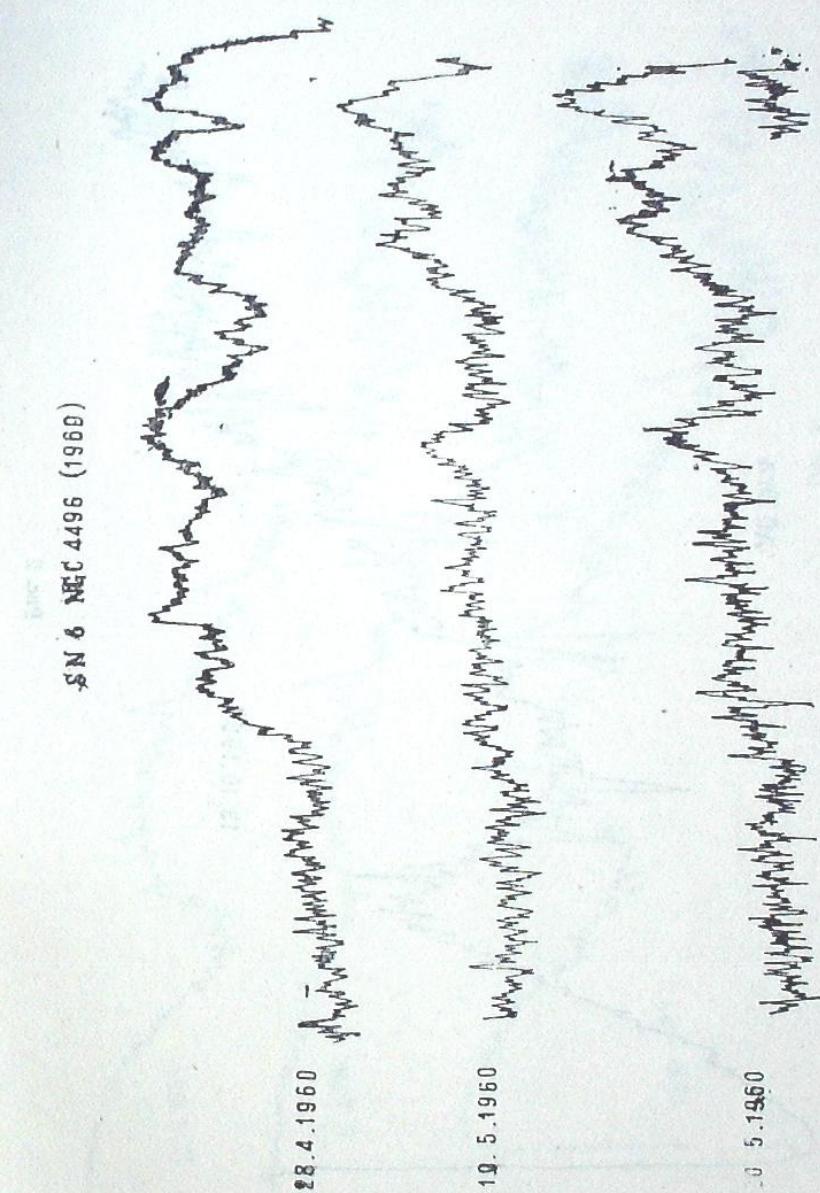


Рис. 1

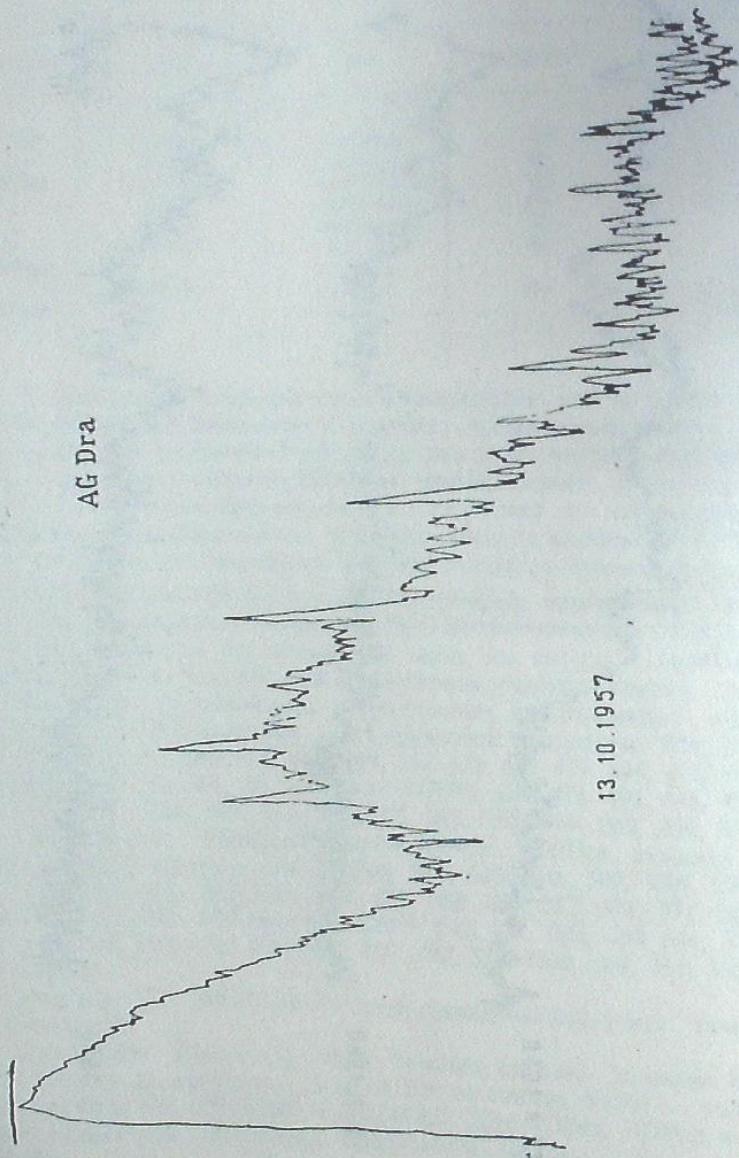


Рис. 2

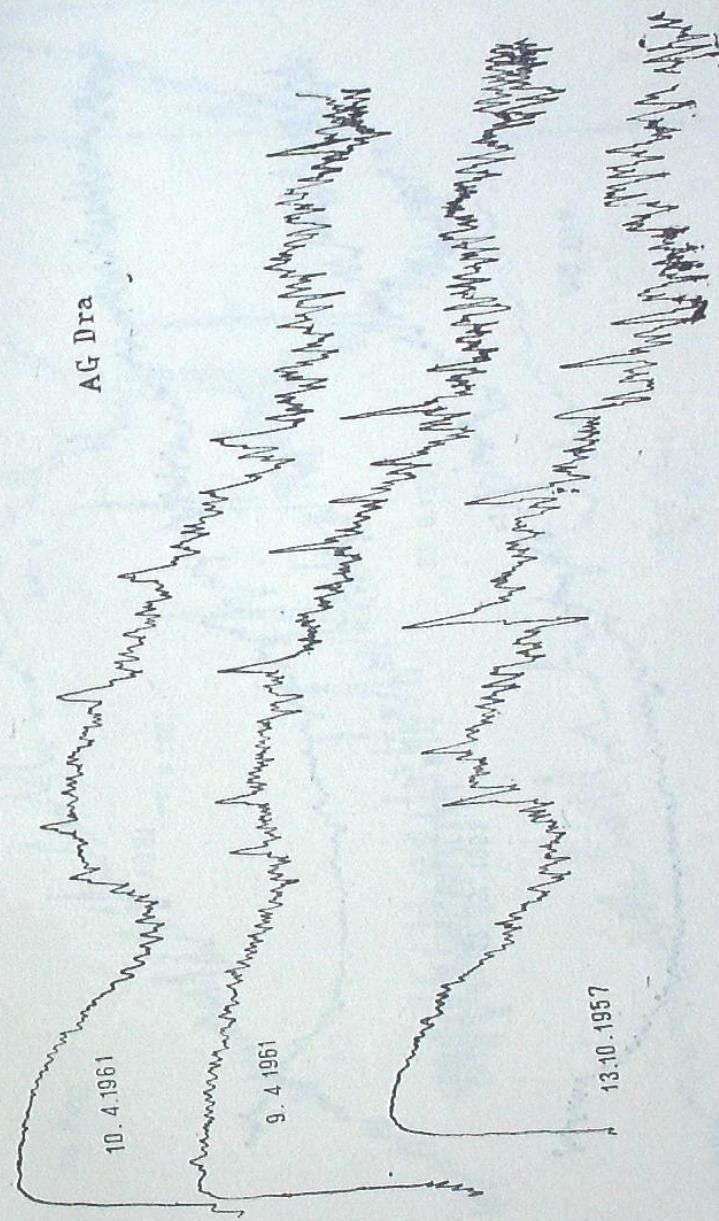


Рис. 3

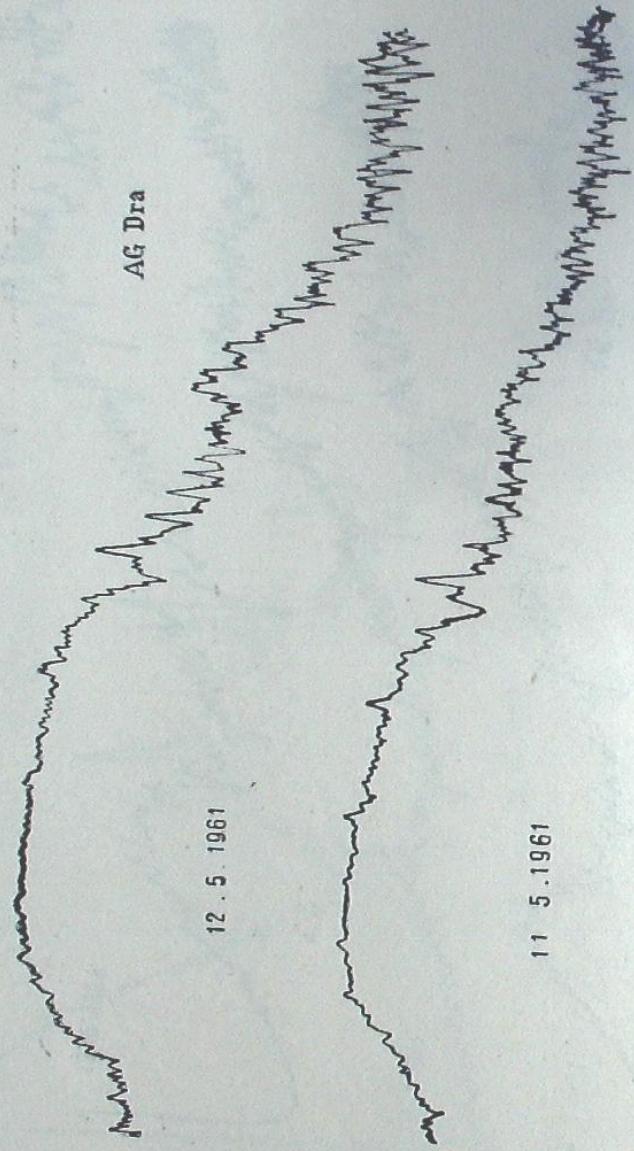


Рис. 4

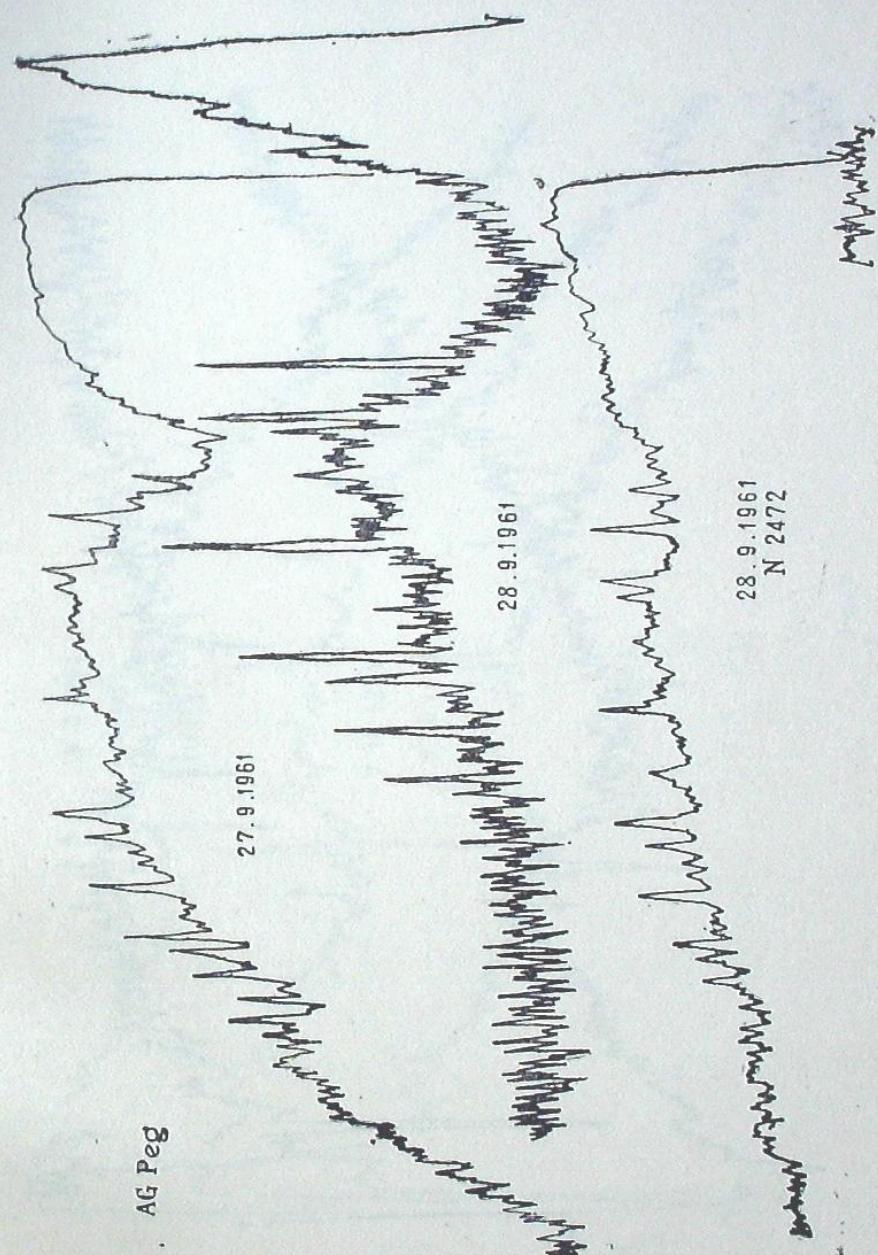


Рис. 5

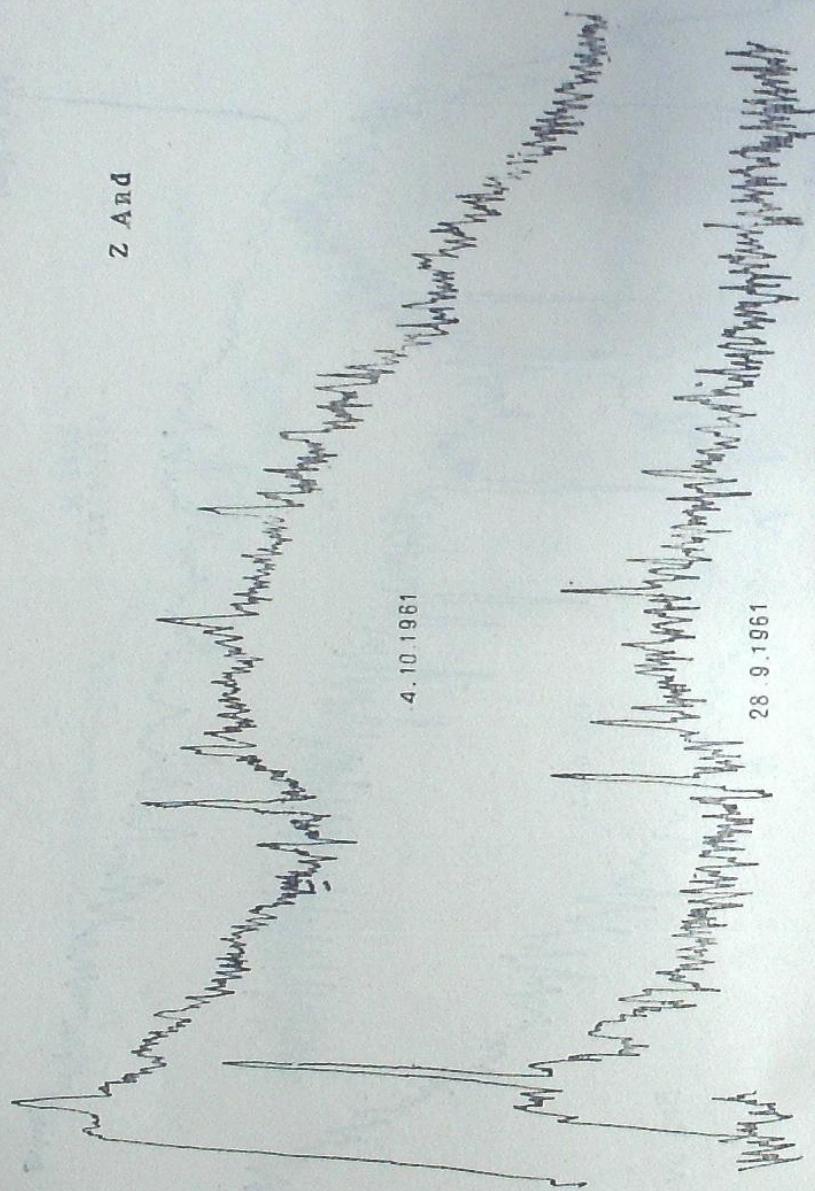


Рис. 6

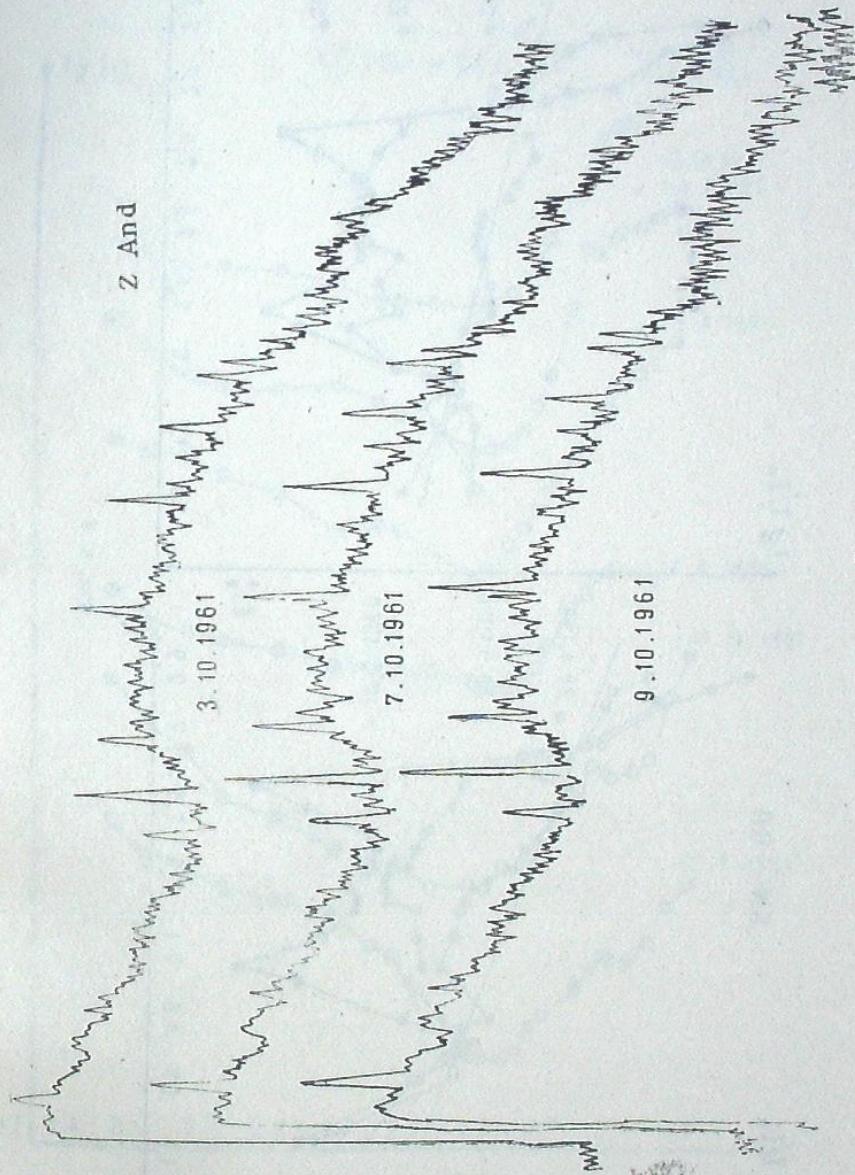


Рис. 7

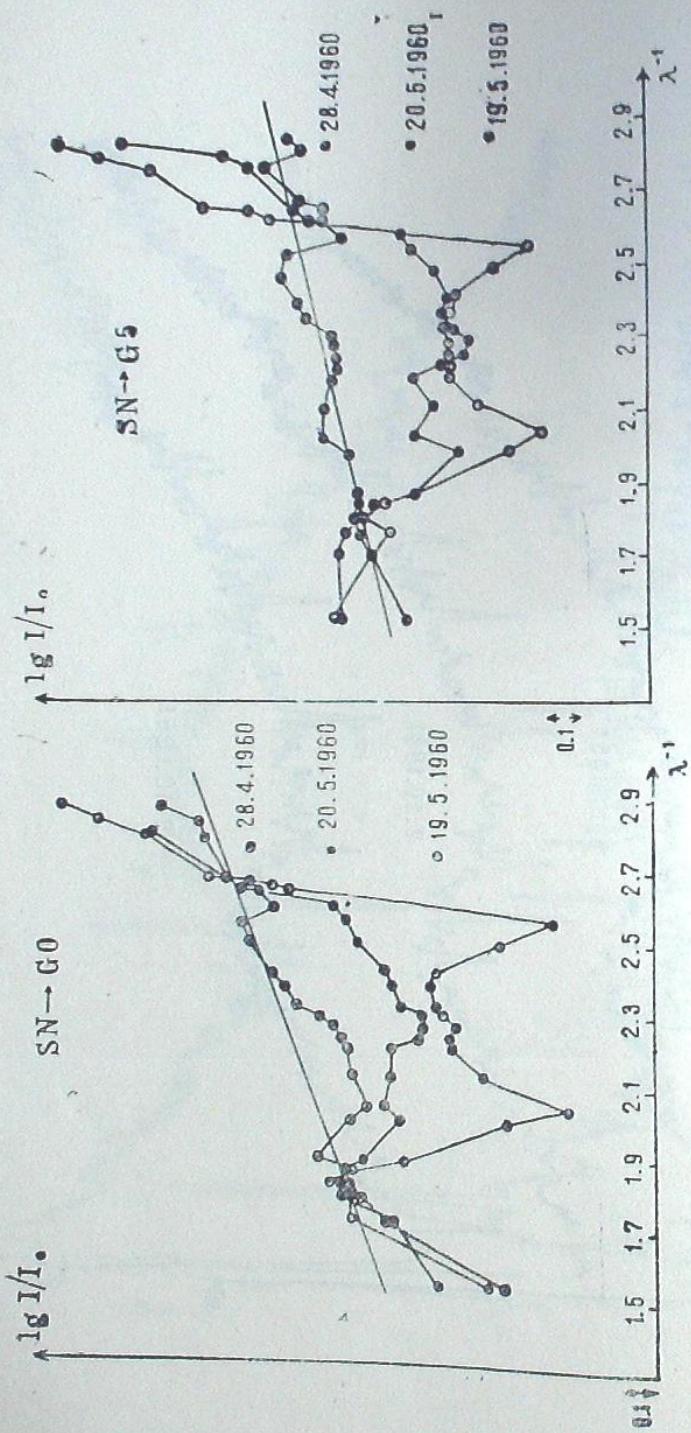


Рис. 8, 9

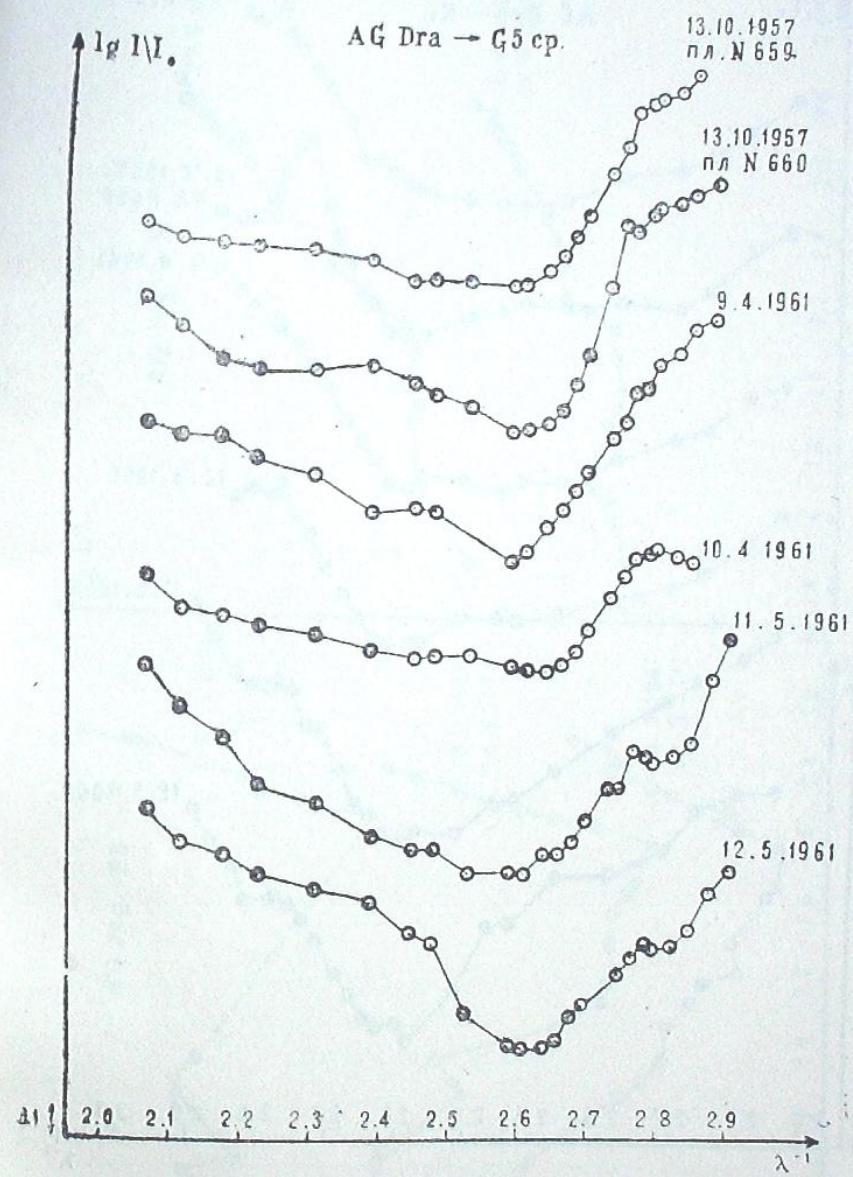


Рис. 10

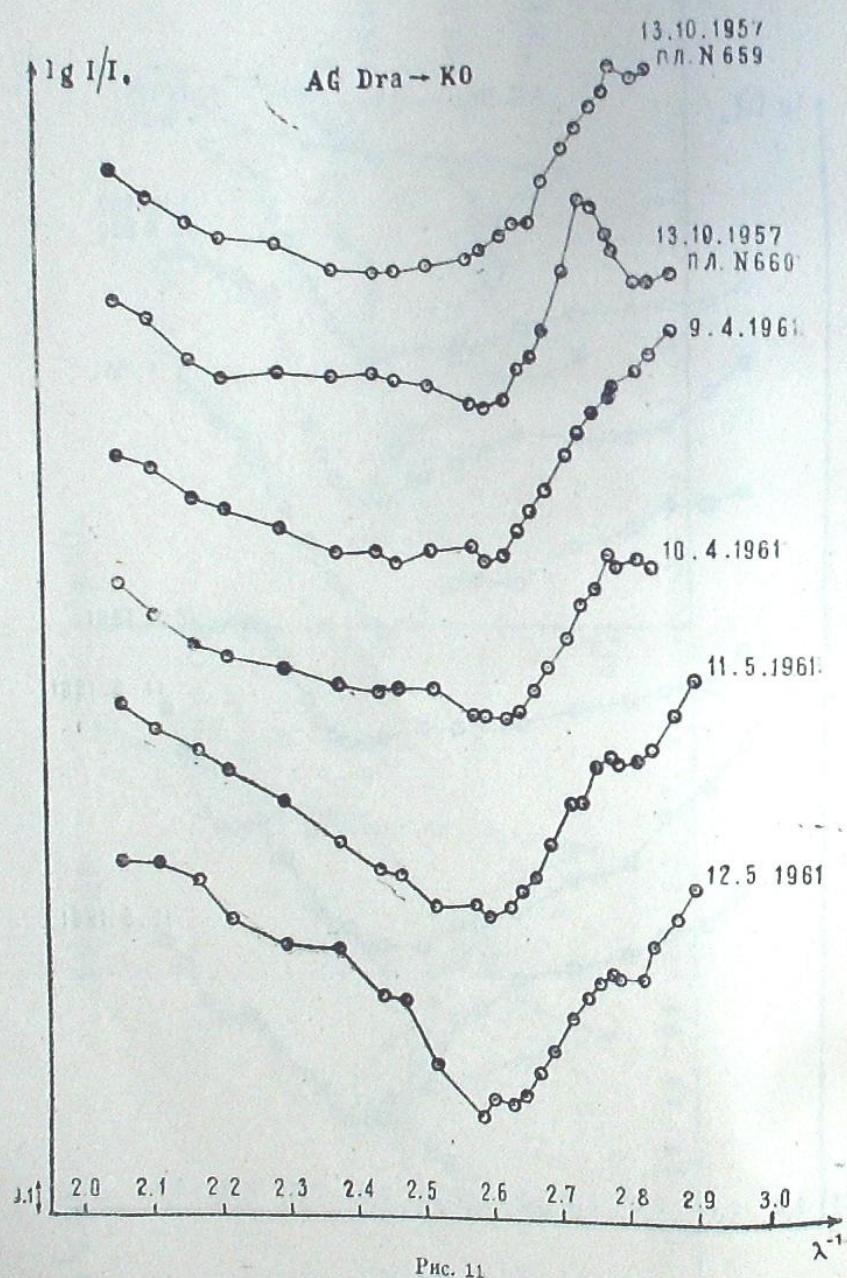


Рис. 11

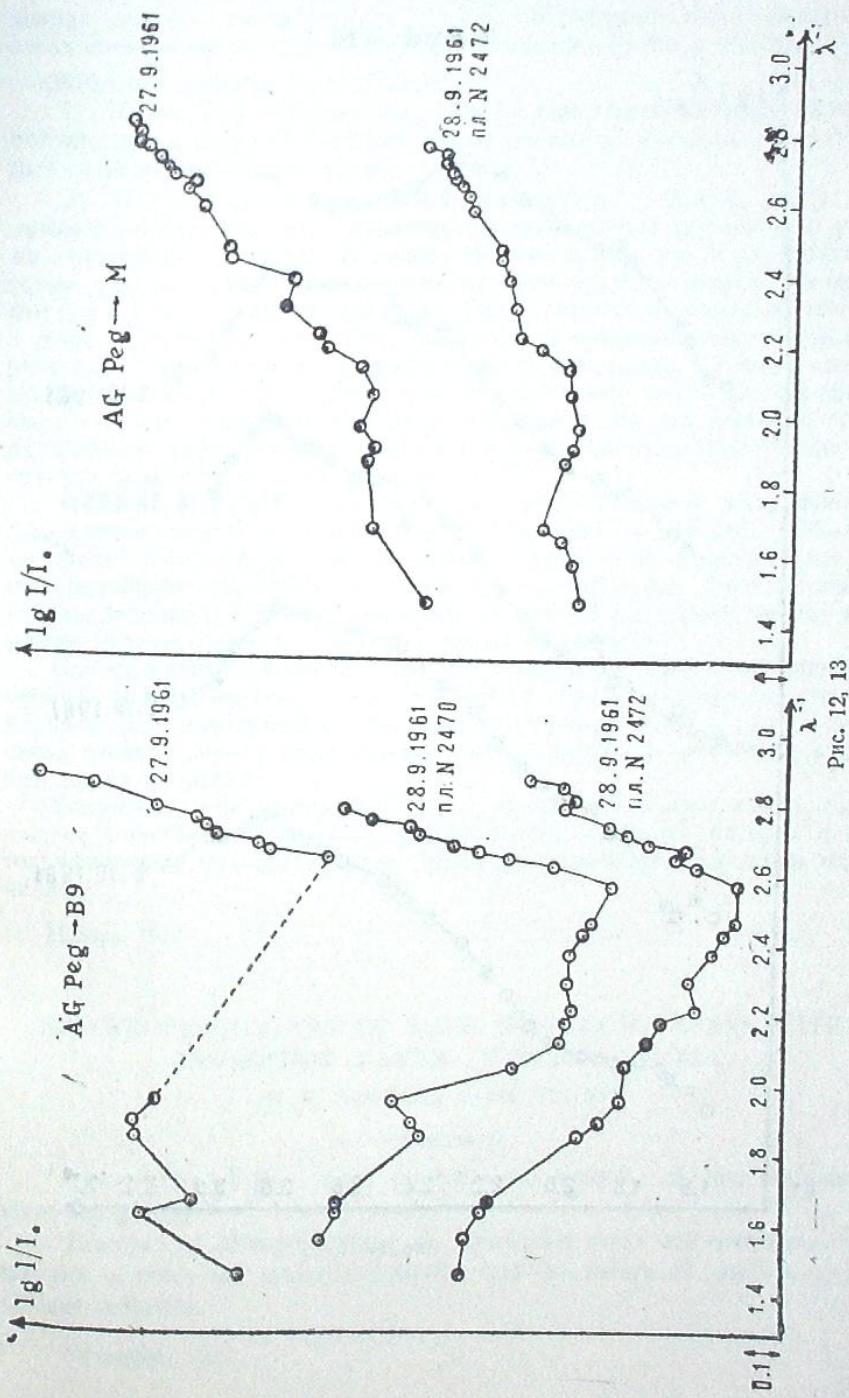
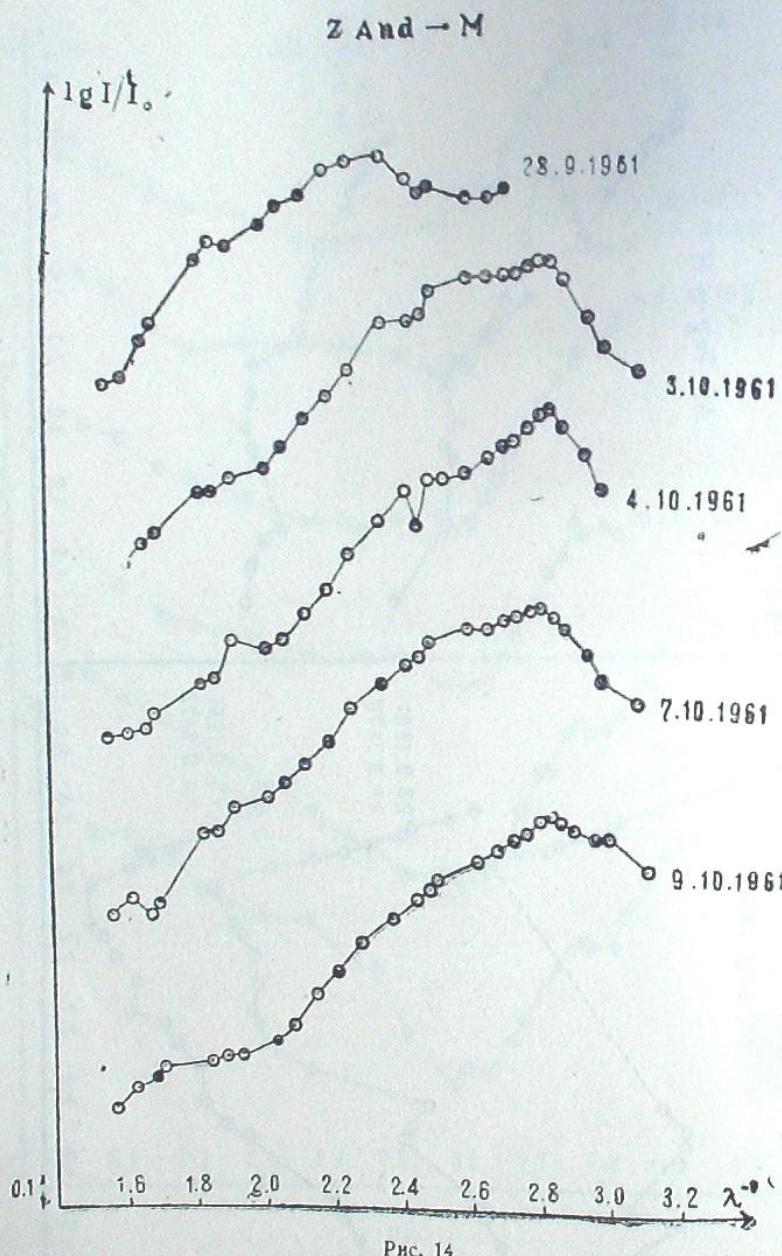


Рис. 12, 13



фиолетовом участке спектра остается значительным и после уменьшения его в фотографическом участке. Эта непрерывная эмиссия усиливается к коротким волнам, начиная приблизительно от $\lambda 3700\text{\AA}$. Проведенная прямая соответствует спектрофотометрической температуре звезд спектрального класса F . Для звезды сравнения в участке $\lambda\lambda 6540 - 3470\text{\AA}$ мы приняли $T_{\text{го}} = 5713^{\circ}\text{K}$.

2) AG Dra. Рассмотрение рис. 10 и 11 дает подтверждение выводов, полученных в работе [II]. Видно, что с течением времени существенных изменений не произошло.

3) AG Peg. Отклонение кривой зависимости $(\lg J/J_0, \lambda^{-1})$ от прямолинейного частично объясняется неточностью проведения уровня непрерывного спектра. В работе [4] отмечалось, что в ультрафиолетовом участке спектрофотометрическая температура может меняться быстро и в значительных пределах. Если совместить кривые на рис. 13 в точке 1.670, видно, что за день звезда стала краснее — спектрофотометрическая температура в ультрафиолете уменьшилась. Точка начала отклонения сместилась в ультрафиолет. Возможно, что в фотографическом участке спектра малые отклонения реальны. Во всяком случае, дальнейшие наблюдения в широком участке спектра желательно вести для большего отрезка времени.

4) Z And. 28.9.1961 г. и 3.10.1961 г. спектр звезды в ультрафиолете был слабее, чем в остальные дни. С 4.10. 1961 в участке 1.56—2.60 распределение энергии в непрерывном спектре можно представить одним значением спектрофотометрической температуры. Дополнительного ультрафиолетового непрерывного излучения нет, хотя вполне возможно, что оно может появляться время от времени.

Сопоставление относительного распределения энергии в спектрах четырех нестационарных звезд различных типов, показывает, что дополнительное непрерывное излучение может появляться в разных участках спектра, меняя свою интенсивность, ширину и положение в значительных пределах.

Возможно, что в спектрах Новых во время вспышки также появляются дополнительные волны непрерывного излучения, которые в фотографическом участке спектра могут маскироваться полосами излучения.

Ноябрь, 1961.

SPECTROPHOTOMETRY OF FOUR NON-STABLE STARS WITH ABSORPTION BANDS IN THEIR SPECTRA

M. V. DOLIDZE, A. TH. PUGACH

(Summary)

The results of photometry of continuous spectra of four non-stable stars are given.

The data of different types of non-stable stars are compared with the aim to study the radiation structure and the nature of additional continuous radiation.

November, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

- Аракелян М. А., Иванова Н. А., К вопросу о непрерывной эмиссии в спектре AG Dra. Сообщ. Бюракан. астрофиз. обс., 1958, 24, 19 — 32.
- Minkowski R., The spectra of the Supernovae in IC 4182 and NGC 1003. ApJ, 1939, 89, 156—217.
- Block Marie, Chalonge D., Dufay J., Spectre de la Supernova 1960 dans NGC 4496. CR 1960, 250, N 24, 3952—3954.
- Иванова Н. А., О необычном распределении энергии в спектре нестационарной звезды AG Персея. Сообщ. Бюракан. астрофиз. обс., 1960, 28, 17 — 31.

БАБАЕВСКИЙ АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИИ № 28, 1962
БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 28, 1962

КРАСНАЯ И ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ M -ЗВЕЗД ПО НИЗКОДИСПЕРСНЫМ СПЕКТРАМ В ЛЕБДЕ IV

М. В. ДОЛИДЗЕ, Н. Н. ГУСЕВА, Т. В. РЕТИВАЯ, Б. А. КУНДЗИНА

В 1960 г. одним из авторов была выявлена многочисленная группировка звезд спектрального класса M , связанная вероятно с ассоциацией Cyg IV, с туманностями S 258, 298, группой эмиссионных звезд и несколькими звездами спектральных классов C и S [1].

Наличие в одном участке неба большого количества звезд M разных подклассов представляло собой удобства для уточнения предварительной классификации, выработанной в работе [1]. Кроме того, новые снимки в инфракрасном участке спектра позволили выработать критерии классификации M -звезд также в ИК лучах применительно к нашей аппаратуре. Таким образом, целью настоящей работы является спектральная классификация в красных и ИК лучах звезд спектрального класса M , выявленных нашими красными и ИК спектральными обозрениями в области Cyg IV.

Обработаны четыре снимка, полученных на большой призменной камере Абастуманской обсерватории с 8° призмой.

Данные наблюдений приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ Негатива	Дата	Координаты центра снимка		Эмульсия	Наблюдатель
		α 1900	δ 1900		
1431	3—4.11.1959	21 ^h 12 ^m .5	37° 30'	Kodak OaE	Долидзе
1639	1. 7.1960	20 57. 2	38 05	Инфрахром.	Долидзе, Кундзина
2510	9.10.1961	21 12. 0	37 26	"	Долидзе
2532	7.11.1961	20 56. 5	38 08	"	Долидзе

Время выдержки для всех снимков — 120 минут. Фильтр — КС10. Дисперсия равна приблизительно $600\text{Å}/\text{мм}$ около $\text{H}\alpha$ и $760\text{Å}/\text{мм}$ около A — полосы $O_2 \sim \lambda 7600\text{Å}$. Микрофотограммы спектров M -звезд различных подклассов в красном и ИК участках приведены на рис. 1 и 2.

Как обычно, мы будем различать четыре подкласса a , b , c , d , что соответствует для красной области: a — MO - $M2$, b — $M2$ - $M4$, c — $M4$ - $M6$ и d — $M6$ - $M8$ и в ИК-области: a — MO - $M2$, b — $M3$ - $M4$, c — $M5$ - $M6$ и d — $M6$ - $M7$.

В красной области деление на подклассы можно производить по относительной интенсивности полосы $TiO \lambda 6159$. Кроме того, увеличение интенсивности полос CrO , CaH , TiO , Ca , TiO в красном конце спектра — соответствует более поздним подклассам.

Как и в работе [2], у карликов наблюдается усиление линий $Ca\lambda 6102, 22, 62\text{\AA}$. Линии $Ca\lambda 6527, 73\text{\AA}$ у карликов не очень сильны и отсутствуют у гигантов.

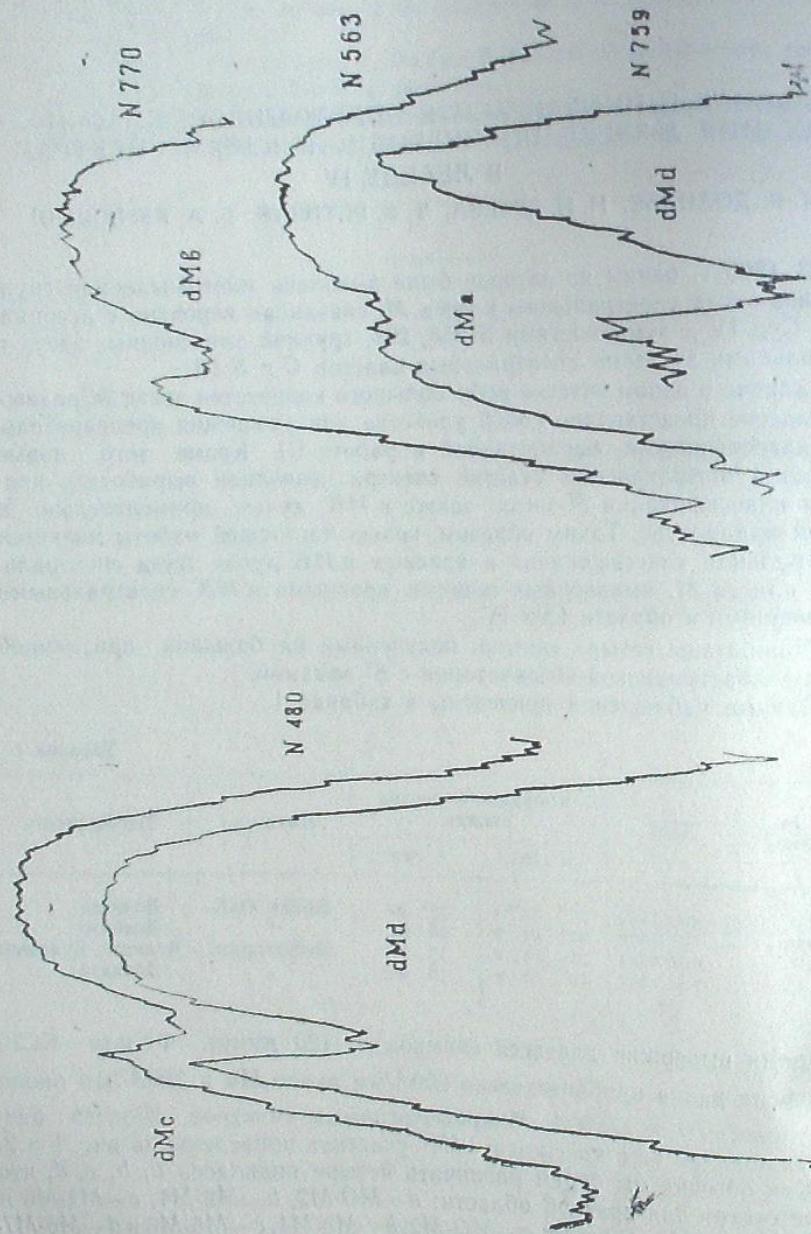


Рис. 1

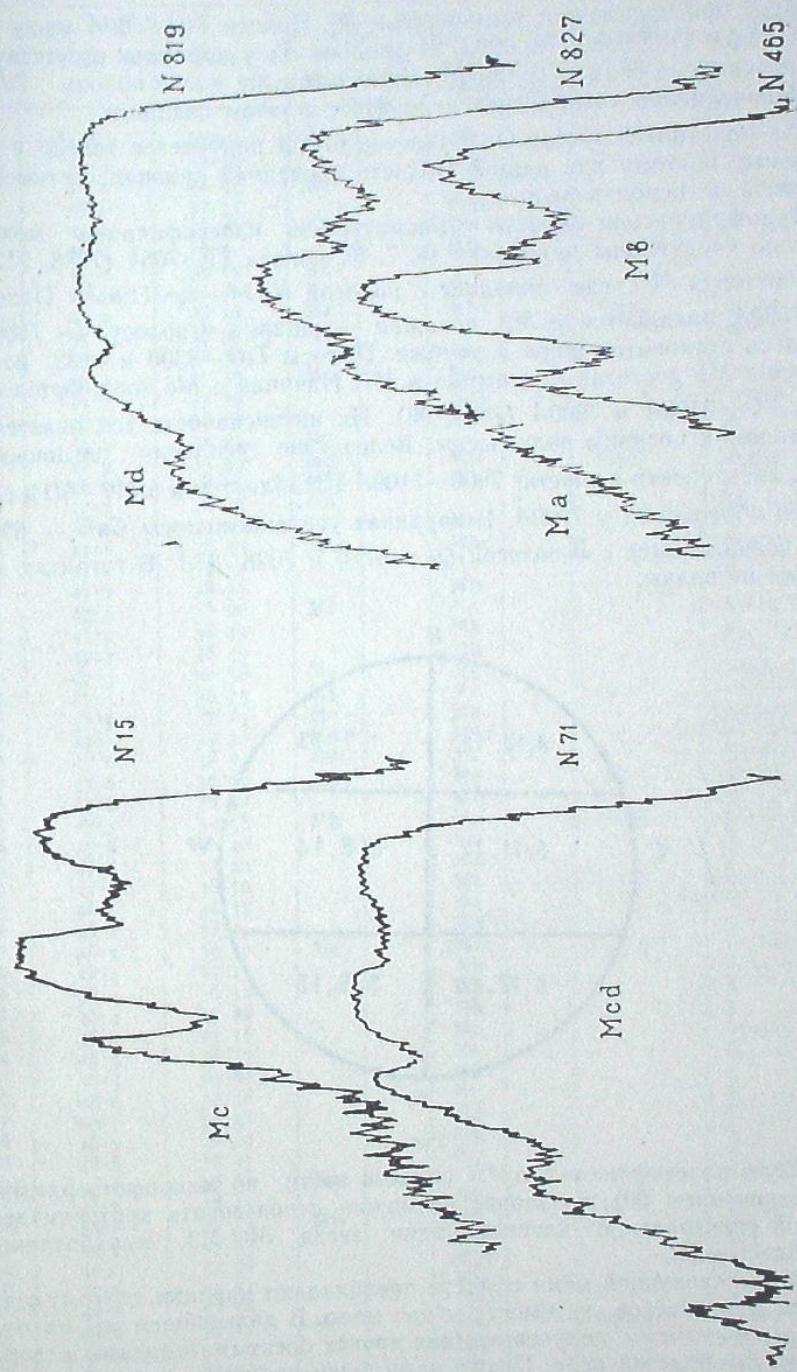


Рис. 2

В спектрах гигантов [3] присутствуют полосы $CrO - \lambda 6394\text{\AA}$ и $ZrO \lambda 6474\text{\AA}$. Полосы $CaH[4]$ появляются в MO только у карликов и уси-

ливаются при понижении температуры [4]. Полоса $TiO-6700\text{\AA}$ из-за наличия полос $CaH-6830, 72, 6903, 81$ (полоса A) у карликов отсутствует, т. е. почернение спадает с 6650\AA . У гигантов же после полосы $TiO-6700\text{\AA}$ почернение увеличивается до 6830 , а затем спадает.

На пластинках Kodak OaE участок 6700\AA получается только у ярких звезд, поэтому для данной области последний признак светимости мы почти не использовали.

В инфракрасной области температурную классификацию можно вести по следующим признакам [6, 7, 8]: полоса $TiO-7054$ ($7088, 7126$) намечается в $M0$, где совпадает с полосой H_2O — $\sim 7190\text{\AA}$. Полоса $TiO-7589\text{\AA}$ появляется в $M2$, искажая — уширняя A-полосу $O_2 7600\text{\AA}$. A-полоса становится шире и глубже. Полосы $TiO-8300$ и 8432 появляются в $M5$ достигая максимума в $M7$. Начиная с $M6$ появляются полосы $VO-7400\text{\AA}$ и 7900\AA ($7865, 96$). Их интенсивность усиливается с переходом к поздним подклассам. Вследствие усиления поглощения (TiO, VO), спектр в участке $7900-7100\text{\AA}$ ослабляется и в $M9-M10$ почти что обрывается у 7900\AA . В карликах усилены полосы CaH — $6903, 21\text{\AA}$, совпадающие с B-полосой $O_2 \sim 6770$ и $7028, 35\text{\AA}$. В гигантах эти полосы не видны.

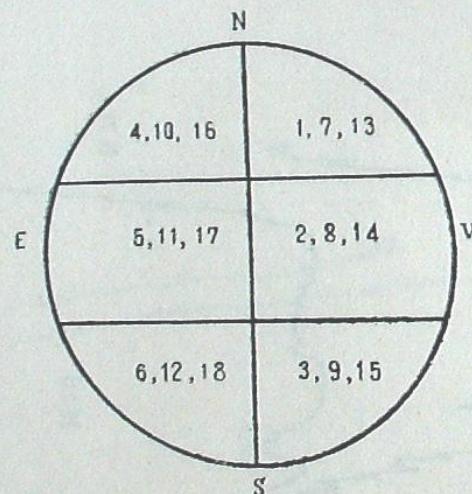


Рис. 3

Если классификацию в ИК области вести по микрофотограммам (с увеличением 50), то вполне возможно использовать критерии двумерной спектральной классификации звезд $M0-M3$, выработанные Шарплессом [8].

В исследованной нами области преобладают карлики, поэтому стандартов для классов светимости у нас мало. В дальнейшем мы их подбирали по снимкам, полученным для других богатых гигантами и сверхгигантами областей неба. Позже нами были получены дополнительные снимки № 2855 и № 3014 на Kodak OaF и A-700-19. На них по наличию полосы поглощения 6700\AA выявлены звезды гиганты начиная с $M2$. Результаты классификации даны в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	a_{1800}	δ_{1800}	Спектр				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639 2855	№ 1431 3014		
1	20°45'4	37°47'			Mc			2
2	45°4	38°16			Mb			2
3	45°4	38°55	Md					13
4	45°8	37°53			Mbc			2
5	45°9	37°15	Md		Mb			2-3-14-15
6	45°9	38°41			Mb			2
7	45°9	39°15	Md					3
8	46°0	38°40			Mb			2
9	46°0	38°59	Ma		Mb		19522	1-13
10	46°2	37°09	Mc					14-15
11	46°3	38°38			Mb			2
12	46°4	37°27	Mc		Mc			2-14
13	46°7	37°07			Mbc			3-15
14	46°8	36°56			Mbc			3
15	46°8	38°33	Mc				19533	14
16	46°9	37°35	Mc		Mb		19538	2-14
17	46°9	38°05	Mbc		Mb			2-14
18	47°0	36°37	Md					15
19	47°0	39°07			Mb			1
20	47°1	38°20	Mbc		Mbc			2-14
21	47°1	39°37			Mb			1
22	47°2	38°35			Mc			2
23	47°3	38°00	Mc		Mc			2-14
24	47°3	38°23			Mb			2
25	47°3	38°49			Mb			1-2
26	47°3	36°56	Md		Md			3-15
27	47°5	36°35	Mb		Mc		19557	3-15
28	47°5	37°13	Mc		Mc			2-3-14-15
29	47°5	39°26	Md		Mbc			1-13
30	47°6	36°54	Mc		Mc			3-15
31	47°6	36°59	Mc		Mc		19562	3-15
32	47°6	36°40	Mc		Mc			3
33	47°7	36°38	Mb		Mc			3-15
34	47°8	36°40			Mc			3
35	47°8	37°20			Mc			2
36	47°9	38°50			Mc			1-2
37	48°0	38°13			Mc			2
38	48°1	38°03			Mb			2
39	48°1	39°10	Mc		gMbc			1-13
40	48°2	39°13			Mb			1
41	48°4	36°52			Mb			3
42	48°4	39°22			Mb			1
43	48°5	37°18			Mc			2-3
44	48°5	38°37			Mc			2
45	48°5	39°25			Mc			2
46	48°6	37°48			Mc			3
47	48°7	36°32			Mc			3
48	48°7	36°59			Mb			3
49	48°8	36°55			Mc			3
50	48°8	38°21	Mc				19602	14
51	48°8	38°44			Mb			2
52	48°8	39°37	Mb		Mb			1-13
53	49°0	37°32			Med			2
54	49°0	37°38			Mbc			2
55	49°0	37°43			Mb			2
56	49°0	37°52			Mc			2
57	49°0	39°15			Md			1-13
58	49°1	38°25			Mb			2
59	49°4	36°37			Mb			3
60	49°4	36°40			Mc			3
61	49°4	38°36			Mc			2
62	49°7	37°12	Mc		Mc			2-3-14-15

Продолжение

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
63	20 ^h 49 ^m .7	39°21'	Mc		Mc			1—13
64	49·8	37 25		Mbc		2		
65	49·9	38 27		Mc		2		
66	50·0	36 11	Mc		Md			3—15
67	50·0	36 26		Md		3		
68	50·0	36 33		Mc		3		
69	50·0	37 41		Med		2		
70	50·0	37 59		Mc		2		
71	50·0	38 05	gMc		Mc		19630	2—14
72	50·1	39 44		Mb		1		
73	50·1	40 09		Mc		1		
74	50·2	37 51	Mab			14		
75	50·2	38 23	Mc		Mc	2—14		
76	50·2	38 38		Mbc		2		
77	50·3	38 02	Mb			14		
78	50·4	36 12	Mc		Mc	3—15		
79	50·5	36 21	Mc			2—15		
80	50·5	36 23		Mc		3		
81	50·5	36 59		Mc		3		
82	50·5	37 02	Mc			15		
83	50·5	37 38		Md		2		
84	50·5	39 43		Mb		1		
85	50·6	39 10	Md		Md	1—13		
86	50·6	39 28		Mc		1		
87	50·7	37 28		Mab		2		
88	50·8	38 53		gMe		1—2		
89	50·9	36 22		Mcb				
90	50·9	38 37		Mb		3		
91	51·0	38 53	Mb	gMed		2		
92	51·0	37 33		Mb		1—13		
93	51·0	39 00	Md			2		
94	51·0	39 02	Md	gMd		13		
95	51·0	40 05	Mc			1—13		
96	51·0	40 13	Mc			13		
97	51·1	37 31	Md	gMc		1—13		
98	51·2	36 45		Mc		2—14		
99	51·2	38 48		Mb		3		
100	51·3	36 36	Md			1—2		
101	51·3	36 44		Mc		3—15		
102	51·5	39 05		gMc		3		
103	51·5	39 18		Mbc		1		
104	51·7	38 03		Mbc		1		
105	51·7	39 29		Mc		2		
106	51·7	39 45		Mc		1		
107	51·7	39 57	Md	Md		1		
108	51·7	40 08	Md	Mc		1—13		
109	51·8	37 38	Md	Md		1—13		
110	51·9	36 05	Mc	Mc		2—14		
111	51·9	38 20		Mb		3—15		
112	52·0	36 36		Mc		2		
113	52·0	38 20		Mb		3		
114	52·0	39 13	Mb	Mb		2		
115	52·0	40 04	Mc	Mc		13		
116	52·3	38 16		Me				
117	52·4	37 18	Mc	gMb		1—13		
118	52·4	36 23		Mc				
119	52·5	40 23		Mc		14		
120	52·6	37 39		Mc		3—15		
121	52·6	37 58		Mb		2		
122	52·7	38 00		Mb		2		
123	52·7	39 20		Mab		2		
124	52·7	39 34		Mc		1		

Продолжение

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
125	20 ^h 52 ^m .7	39°37'			Mc			1
126	52·9	36 46		Mb	gMc			3—15
127	53·0	36 02		Mc	Mc			3—15
128	53·1	35 54		Mbc				15
129	53·1	37 39			Mc			2
130	53·1	39 22		Mc	Mbc			1—13
131	53·1	40 25		Mb	Md			1
132	53·2	37 18		Mc	Mc			2
133	53·2	37 13		Mb				14
134	53·4	36 27			Mc			3
135	53·4	37 26			Mb			2
136	53·4	39 37			gMd			1
137	53·5	35 53		Md				3—15
138	53·5	38 24		Mbc	Mbc			2—14
139	53·5	39 37			Mc			1
140	53·5	39 58			Md			1
141	53·6	36 06		Md	Md			3—15
142	53·6	37 32			Mc			2
143	53·6	35 52		Mc	Mc			3—15
144	53·8	37 03		Mc	Mc			3
145	53·8	39 03		Md				13
146	53·9	36 49		Mc	Mcd			3—15
147	53·9	37 20		Mc	Md			2—14
148	53·9	38 31		Mc	gMb			2—14
149	53·9	38 38			Mc			2
150	54·0	36 36			Mb			3
151	54·0	36 58		Mb	Md		19775	3—15
152	54·0	37 46		Mc	gMd			2—14
153	54·1	36 27			Mc			3
154	54·1	36 32			Md			3
155	54·1	37 02			Mc			3
156	54·1	37 45		Md	gMc			2—14
157	54·1	38 41			Mb			2
158	54·1	39 05			Mc			1
159	54·2	40 27			Md			1—13
160	54·4	39 53		Mc	Mc			3—15
161	54·5	36 06		Mc	Mc			3
162	54·6	35 50			Md			3
163	54·6	36 14			Md			3
164	54·7	35 50			Mbc			3
165	54·7	36 17			Md			3—15
166	54·7	38 07			Mc			2
167	54·8	37 35			Md			2—14
168	54·8	39 30			gMd			1
169	54·9	37 12			Mc			2—3
170	54·9	38 27			gMc			2—14
171	55·0	36 25		Mc	Mc		19799	3—15
172	55·0	37 11		Mc	Mc			2—3—14—15
173	55·0	37 59			Mc			2
174	55·0	39 10		Mb	Mc			1—13
175	55·1	38 25		Mc	gMc			2—14
176	55·2	35 51		Mb			19811	15
177	55·3	37 41			gMd			2
178	55·3	38 05			Mb			2
179	55·6	39 06			Mc			1
180	55·6	39 28			Mc			1
181	55·7	36 21			Mc			3
182	55·7	37 49		Md				2—14
183	55·7	38 59		Mc	gMc			1—13
184	55·9	37 53		Md				2
185	56·0	37 17			Mb			14—15
186	56·1	38 19			Mb			2

Продолжение

№ п/п	α_{1000}	δ_{1000}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
187	20 ^h 56 ^m .1	39°35'	Mc	Mc				1—13—16
188	56°2	37°44		Mc				2
189	56°3	36°47	Mc	Mc				3—6—15—18
190	56°3	36°40		Mc				3—6
191	56°3	37°10		Mc				2—3—6
192	56°3	37°16		Md				2—3—6
193	56°3	38°22		gMd				2
194	56°4	38°08		Mbc				2
195	56°4	36°20		Mc				3
196	56°4	37°54		Mbc				2
197	56°4	38°33		gMd				2—5
198	56°4	38°42	Mc	Mc				2—5—14—17
199	56°4	39°19		Mc				1—4
200	56°5	38°28		Mc				2—5
201	56°8	36°54		Mc				3—6
202	56°9	36°26		gMd				3—6
203	56°9	37°38	Mb				19858	14—17
204	56°9	38°37	Md	gMc				2—14—17
205	57°1	38°48	Md	gMd				1—2—4—5—17
206	57°2	37°18		Mb				2—5—14
207	57°2	38°50		gMc				1—2—4—5
208	57°3	37°55		Mb				2—5
209	57°5	36°42	Md	gMd	19872			3—6—18
210	57°5	39°08		Mc				4
211	57°6	36°18	Md	gMd				3—6—18
212	57°7	37°50		Mb				5
213	57°7	40°14	Mc	Mc	19876			1—4—16
214	57°8	36°08		Mc				6
215	57°8	36°28		Mb				3—6
216	57°8	36°51	Mc	Mc	19879			3—6—18
217	57°8	38°05	Mb	Mc				14—17
218	57°8	38°37	Mc	Mc				5
219	57°9	37°15	Md	gMd				5—6—17—18
220	57°9	39°05		Mc				
221	58°0	36°07	Mc	Mc				4
222	58°0	37°26		Mc				3—6—18
223	58°0	38°21	Mc	gMc				5
224	58°1	39°25		Mc				5—17
225	58°2	37°57		Md				4
226	58°2	39°58			gMc			5
227	58°3	36°21		Mc				4
228	58°3	36°29			Mc			6
229	58°3	38°56		Mc				6
230	58°4	37°28		Md				4
231	58°4	37°36			Mb			5
232	58°4	40°01			gMd			5
233	58°4	40°39			Mc			5
234	58°5	37°01			Mc			4
235	58°6	36°37		Md				6
236	58°6	36°43			Md			6
237	58°7	38°20			Mc			6—18
238	58°7	40°20			Mc			5
239	58°8	37°28			Mc			4
240	58°8	38°55	Md	gMd				5
241	58°8	40°08	Mb					4—17
242	58°8	40°29						16
243	59°0	38°05	Md	gMd				4
244	59°2	39°14			gMd			5—17
245	59°3	35°53			Mbc			4
246	59°4	36°12			Mc			6
247	59°4	39°55			Mc			6
248	59°4	40°03	Mc	Mc				4
								4—16

Продолжение

№ п/п	α_{1000}	δ_{1000}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 3510	№ 1639	№ 1431		
249	20 ^h 59 ^m .5	36°06'						6
250	59°6	36°27	Mc					6—18
251	59°6	37°20						5
252	59°6	37°48	Md					5—17
253	59°8	36°25						18
254	59°8	36°42	Mb					18
255	59°8	36°59						16
256	59°9	36°18						6
257	59°9	37°06						8
258	59°9	37°08						8
259	59°9	37°14	Mb					5—6—17—18
260	59°9	38°20						5
261	59°9	39°21	Mc					4—16
262	21 ^h 00 ^m .0	35°52	Md					6—18
263	00°0	37°06	Mb					19942
264	00°0	38°03						8—18
265	00°0	37°48	Mc					5
266	00°1	36°12	Mb					5—8—17
267	00°1	37°32	Md					18
268	00°1	37°50						5—8—17
269	00°1	38°03	Md					5—8
270	00°1	40°07						8
271	00°2	37°02	Mc					4
272	00°2	37°46	Mc					8
273	00°2	38°11	Md					5—8—17
274	00°3	37°18	Mc					5
275	00°3	38°15	Mb					8
276	00°3	38°39						5—17
277	00°3	39°42						4
278	00°4	36°39						6
279	00°4	38°45	Mc					4—5—17
280	00°4	38°50	Mc					4—5—16—17
281	00°5	36°45						6
282	00°5	37°00						6
283	00°5	38°48						6
284	00°5	38°08	Mb					4—5
285	00°6	37°17						8—17
286	00°5	40°04						8
287	00°6	37°47						4
288	00°7	37°31						5—8
289	00°8	37°08						8
290	00°8	39°02						6
291	00°8	39°21						4
292	00°9	36°49						4—6
293	00°9	37°47						6—8
294	00°9	38°56						5—8
295	00°9	39°07						4
296	00°9	39°25						4
297	00°9	39°24						4
298	01°0	39°07						4
299	01°1	36°00						4
300	01°0	39°08						6
301	01°0	37°45						8
302	01°0	38°17	Mc					17
303	01°1	37°01						6—8
304	01°2	36°58						8
305	01°1	37°32						5—8
306	01°1	36°16						5—9
307	01°1	37°56	Mbc					5—8—17
308	01°1	36°46	Mbc					6
309	01°2	38°37						7
310	01°2	36°09	Md					6—18

Продолжение

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	Спектр				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
311	20 ^h 00 ^m .8	36°15'	Md		Mb			18
312	01·3	37 14		Mc	Mb			8
313	01·4	38 25		Mbc	Mb			5—7
314	01·4	38 53		Mc	Mbc			4
315	01·5	38 03		Mc	Mc			5—8
316	01·5	36 10	Mc	Mc	Mc		19982	6—18
317	01·5	38 23		gMd				5—7
318	01·5	39 04	Md	gMd				4—16
319	01·5	40 12		gMd	Mc			6
320	01·6	36 20		Mc	Mc			6—8—9—18
321	01·6	36 37	Mc	Med	gMed			18
322	01·6	36 45		Ma				6—8
323	01·7	36 46		Mc	Mc			8
324	01·7	37 09		Mc	Mc			9
325	01·8	36 22		gMc	gMc			5—6—8
326	01·8	37 18		Md	Mc			6—8—9
327	01·8	36 41		Mc	Mc			6
328	01·9	36 10		Mc				6
329	01·9	36 19		Mb				4
330	01·9	39 39	Mc	Mc				4
331	01·9	39 43		Mc	Mc			6
332	02·0	37 03		gMc				5
333	02·0	38 22		Mc				5
334	02·0	40 03		Mc	Mc			4
335	02·1	36 24		Mc				9
336	02·0	37 22		Mc	Mbc			5—6—17—18
337	02·1	36 53		Mc	Mc			9
338	02·1	37 03	Md	Md	Med			9
339	02·1	37 13		Mc	Mc			6—9—18
340	02·1	37 32		Mc	Mc			9
341	02·1	38 10		Mb	gMd			9
342	02·2	36 46		gMc	gMd			6—9—18
343	02·2	38 17		Mc	Mc			5—7
344	02·2	39 03	Mc	Mc				8—9
345	02·4	39 41	Mc	Mbc	Mc			9
346	02·5	38 33	Mc	Mc	Mb			6—9—18
347	02·5	37 49	Mc	Mc	Mb			4
348	02·5	37 47	Mc	Mc	gMd			5
349	02·5	38 17		gMc	gMc			5—8—17
350	02·7	36 00		Mc	Mc			8
351	02·7	36 44	Mc	Mc	Mbc			6—8—9
352	02·7	37 23		Mc	Mc			5—8—17
353	02·8	38 00		Mb	Mc			8
354	02·8	35 55	Mc	Mb				6
355	02·8	37 29	Mc	Mb	gMbc	20017		8—17
356	02·8	38 49	Mc	Mbc	gMc			4—5
357	02·9	36 33	Mc	Mc				7—18
358	02·9	36 16		Mc	Mc			6—9
359	02·9	37 13		Mc	Mc			6—8
360	03·9	36 53		Mab				8
361	02·9	38 52		Mb				7
362	03·0	38 45		Mb				7
363	03·1	36 44		Mc				8—9
364	03·1	37 10	Md	Md	Ma			8
365	03·1	36 51		Md	gMd			6—8—18
366	03·1	39 02		gMc	gMc			4—7
367	03·1	39 22		Mab				4
368	03·2	36 29	Mc	Mc	Mb			6—9
369	03·2	37 10		gMd	gMbc			5—6—8—17—18
370	03·2	39 09		Mc	Mc			4
371	03·3	36 32		Mb	Mb			8—9
372	03·3	36 40	Mb	Mb	gMc	20021		6—8—9—18

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	Спектр				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
373	20 ^h 03 ^m .3	37°19'						8
374	03·3	38 27						5—7
375	03·3	39 37	Mb		Mc	gMc		16
376	03·4	36 43						6—8—9
377	03·4	37 37	Md		Mc	Mbc		5—8
378	03·4	37 47						5
379	03·4	38 07	Mb		Mc	Mbc		5
380	03·4	38 48	gMbc		Mc	Md		5
381	03·5	36 05	Md		Mc	Mbc		7
382	03·6	37 15	gMd		Mc	Md		9
383	03·6	37 56	gMc		Mc	Mbc		5—6—8
384	03·7	36 08	Md		Mc	Mbc		5—8
385	03·7	40 03	gMd		Mc	Md		6
386	03·8	36 26	gMd		Mc	Mbc		4
387	03·9	36 19	Ma		Mc	Mb		9—18
388	03·9	36 48	gMa		Mc	Mab		9
389	03·9	38 16	Mb		Mc	Mab		7
390	03·9	38 26	Mbc		Mc	Mbc		5—7—8
391	04·0	35 50	Mbc		Mc	Mab		5
392	04·0	37 16	gMd		Mc	Mab		9
393	04·2	36 25	Mb		Mc	Mab		5—6—17—18
394	04·3	36 28	Mab		Mc	Mab		9
395	04·3	35 45	gMd		Mc	Mab		6—9—18
396	04·3	35 41	Mb		Mc	Mab		9
397	04·4	36 25	Mc		Mc	Mab		6—9—18
398	04·2	39 57	Mc		Mc	Mab		4
399	04·4	38 30	Mab		Mc	Mab		5
400	04·2	36 48	20040		Mc	Mab		6—18
401	04·3	37 06	8		Mc	Mab		8
402	04·4	37 42	20049		Mc	Mab		5—8—17
403	04·3	37 11	Mc		Mc	Mab		7
404	04·3	38 38	Mbc		Mc	Mab		5—7
405	04·4	35 44	Mbc		Mc	Mab		8—9
406	04·4	36 27	Mbc		Mc	Mab		9
407	04·4	38 29	Mbc		Mc	Mab		7
408	04·5	35 59	Mbc		Mc	Mab		9
409	04·6	36 49	Mc		Mc	Mab		6—8
410	04·6	37 46	20056		Mc	Mab		5—8—17
411	04·6	39 57	Mc		Mc	Mab		4
412	04·7	38 02	Mc		Mc	Mab		5
413	04·8	35 50	gMbc		Mc	Mab		5
414	04·9	35 56	Mc		Mc	Mab		9
415	04·9	38 08	Mc		Mc	Mab		9
416	04·9	38 31	gMbc		Mc	Mab		7
417	05·0	38 06	Mc		Mc	Mab		7—8
418	05·0	36 38	Mc		Mc	Mab		6—18
419	05·1	37 25	Mc		Mc	Mab		5—8
420	05·1	39 02	gMc		Mc	Mab		4—7—16
421	05·2	35 48	gMc		Mc	Mab		9
422	05·2	37 44	gMd		Mc	Mab		5—8
423	05·2	39 12	gMd		Mc	Mab		4—7—16
424	05·3	36 40	gMd		Mc	Mab		6
425	05·3	37 52	gMd		Mc	Mab		5—8
426	05·3	38 26	gMd		Mc	Mab		7
427	05·4	36 16	gMd		Mc	Mab		6
428	05·4	37 47	gMd		Mc	Mab		8
429	05·5	36 34	gMd		Mc	Mab		8—9
430	05·5	37 30	gMd		Mc	Mab		5—8—16—17
431	05·5	37 58	gMd		Mc	Mab		5—8
432	05·5	38 27	gMd		Mc	Mab		7
433	05·5	38 31	gMd		Mc	Mab		7
434	05·5	38 37	gMd		Mc	Mab		5—7

Продолжение

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
435	21 ^h 05 ^m 0	37°00'			Mc	Mc		6-8
436	05·6	37 40			Mb	Mb		8
437	05·6	39 24			Mb	Md		7
438	05·7	35 41			Md	Md		9
439	05·7	36 17			Mb	Mb		6-9
440	05·8	35 45			Mb	Mb		8
441	05·8	37 08			Mb	Mb		8
442	05·9	36 10			gMd	gMd		9
443	05·9	37 41			Mc	Mc		5-8
444	06·0	35 38	Mc	Med	Md	Mc		9
445	06·0	39 16			gMc	gMc		4-7-16
446	06·0	37 12			gMc	gMc		5-6-8
447	06·2	35 36			Mc	Mc		9
448	06·3	35 59			Mc	Mc		9
449	06·3	37 28			Mc	Mc		5
450	06·3	39 24	Md	Md	gMc	gMc		4-7-16
451	06·4	37 31			gMb	gMb		5-8
452	06·4	39 03			Mc	gMc		4-7
453	06·5	35 52			Ma	Mb		9
454	06·5	37 44	Mc	Mc	gMed	gMc		5-8-17
455	06·5	39 40			Mc	Mc		4-7
456	06·6	37 01	Mbc		gMed	gMd		6-8-18
457	06·6	37 13			Mc	Mb		5-6-8
458	06·6	37 46			Mb	Mb		5-8
459	06·6	38 58			Mb	Mb		7
460	06·7	37 42	Mc	Mc	Mc	Mc		5-8-17
461	06·8	38 15			gMc	gMc		7-8
462	06·9	37 16			gMc	gMc		5-6-8
463	07·0	36 38			gMb	gMb		6
464	07·0	37 29			Mab	Mab		8
465	07·0	38 37	Mb	Ma			20092	5-17
466	07·1	35 59			Mbc	Mbc		
467	07·1	37 06			Mc	Mc		9
468	07·2	38 04			Mb	Mb		6-8
469	07·4	36 52			gMd	gMc		8
470	07·5	36 27			Ma	Ma		6-8
471	07·5	36 45			Ma	Ma		9
472	07·5	37 21			Mb	Mb		8-9
473	07·5	38 30			Mb	Mb		5-8
474	07·5	38 45	Ma	Ma	gMb	gMc	20001	5-7
475	07·6	36 02			Mb	Mb		7-16-17
476	07·6	38 34	Md	Med	gMd	gMd		9
477	07·7	38 13			Mbc	Mbc		5-7-17
478	07·7	39 45			Mc	Mc		5-7-8
479	07·9	38 33			gMc	gMc	20100	7
480	08·0	37 49			gMbc	gMed		7-8
481	08·1	36 14			gMc	gMc		7-8
482	08·2	37 54	Mb	Mb	Mbc	Mbc	20119	8-17
483	08·3	38 06			Mb	Mb		8
484	08·3	36 03			gMb	gMc		7-9
485	08·3	36 05			Mc	Mc		9
486	08·5	38 21	Mc	Mc	gMc	gMc	20126	5-17
487	08·6	35 44			Ma	gMc		1-9
488	08·6	35 57			Mc	Ma		
489	08·6	38 32	Mc		gMc	gMc		9
490	08·7	36 24			Mb	gMc		5-7-17
491	08·7	36 33			Mb	Mb		9
492	08·8	37 49	Md	Mc	gMc	gMed	20135	9-8-17
493	08·8	38 05			Mc	Mc		8
494	08·9	36 44			gMc	gMc		8-9
495	08·9	37 10			Mab	Mab		8
496	08·9	37 57	Mc	Mc	gMd	gMc	20137	5-8-17

Продолжение

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
497	21 ^h 09 ^m .0	35°59'			Mc	Mc		9
498	09·0	36 53			Mb	Mb		8
499	09·0	37 49			Mab	Mab	20138	5-8-17
500	09·0	39 12			Mbc	Mbc		7
501	09·1	35 24			Mb	Mb		9
502	09·3	35 30			Mc	Mc		9
503	09·3	36 26			Mb	Mb		9
504	09·4	35 48			Mb	Mb		9
505	09·3	38 44			Mb	Mb		9
506	09·5	37 33			Mbc	Mbc	20149	7-8
507	09·6	37 32			Mb	Mb	20150	8
508	09·6	37 41			gMc	gMc		5-8
509	09·6	36 13			Mc	Mb		9
510	09·6	38 08			Ma	Ma		8
511	09·6	39 39			Ma	Ma		7
512	09·7	35 20			Ma	Ma		9
513	09·7	36 14			Mc	Mc		9
514	09·7	38 20			gMb	gMb		7
515	09·7	39 26			Mc	Mc		7
516	09·7	39 49			Mb	Mb		8
517	09·9	38 07			Mb	Mb		7
518	09·9	39 06			Mb	Mb		7
519	09·9	39 11			Mc	Mc		7
520	10·0	36 05			Mc	Mc		9
521	10·1	38 33			gMc	gMc		8-9
522	10·2	36 30			Mc	gMd		7-9
523	10·2	36 33			Mc	gMd		8-9
524	10·2	39 33			Mc	gMd		8-9
525	10·3	36 18			Mc	gMd		9
526	10·4	35 23			Mc	gMd		9
527	10·4	36 54			Mc	gMd		8
528	10·5	39 40			Mc	gMd		7
529	10·5	39 49			Mc	gMb		7
530	10·6	39 27			Ma	gMb		7
531	10·8	35 34			Mc	gMb		9
532	10·8	38 59			Mc	gMb		7
533	11·0	37 57			Mc	gMb	20176	7
534	11·1	35 41			Mc	Ma		9
535	11·1	37 26			Mc	Mc		8
536	11·2	36 19			gMc	gMc		9
537	11·2	37 22			Mc	Mb		8
538	11·2	39 21			Mc	gMd		7
539	11·2	39 30			Mc	gMb		7
540	11·2	39 34			gMc	gMb		7
541	11·3	36 41			gMc	gMb	20182	8-9
542	11·3	38 59			gMc	gMb		7
543	11·4	35 15			Mc	Mb		9
544	11·4	36 13			Mc	Mc	20187	9
545	11·5	36 35			Mc	Mc		8-9
546	11·5	37 42			Mc	gMc		8
547	11·6	35 59			Mc	Mb		9-12
548	11·6	37 09			Mc	gMd	20197	8
549	11·6	38 37			Mc	gMb		7
550	11·6	39 40			Mc	gMb		8
551	11·7	37 28			Mc	Mc		8
552	11·7	38 15			Mc	Mb		7-8
553	11·8	35 04			Mc	Mc		8-9-12
554	11·8	35 57			Ma	Ma		9-12
555	11·8	37 06			Mb	Mb		8
556	11·8	37 15			Ma	Ma		8-11
557	11·8	37 54			gMc	gMc		8-11
558	11·9	35 17			Mb	Mb		9-12

№ п/п	a_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3	Продолжение					
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431								
559	21 ^h 11 ^m 9 ^s	35°28'				Mc		9						
560	11·9	37 31			Mb			8—11						
561	11·9	38 01			gMc			8—11						
562	11·9	39 33			Mb			7						
563	12·0	35 57			Ma			9—12						
564	12·0	37 16	Mb	Mb				8—11						
565	12·0	37 42	Md	gMc				8—11						
566	12·0	38 07			gMb			8—11						
567	12·1	36 50			Mb			8—11						
568	12·1	37 51	Md	gMc				8—11						
569	12·2	35 30			Mb			9						
570	12·2	39 02			Mb			7—10						
571	12·2	39 33			Mbc			7—10						
572	12·3	37 29	Mb	Mc			20205	8—11						
573	12·4	36 55			Mb			8—11						
574	12·4	38 55			gMa			8—11						
575	12·4	39 11			Mbc			7—10						
576	12·4	39 36	Md	gMd				7—10						
577	12·4	38 11			Mab			7—8—10—11						
578	12·5	35 41			Md			9—12						
579	12·5	36 15	Mb	Ma			20209	9—12						
580	12·5	36 17			Mb			9—12						
581	12·5	36 51			Mc			8—11						
582	12·5	38 16			Mc			7—8—10—11						
583	12·5	37 22			gMd			8—11						
584	12·5	38 25			Mb			7—10						
585	12·5	39 45	Ma	gMab				7—10						
586	12·6	38 23			gMc			7—10						
587	12·7	38 44			Mab			7—10						
588	12·8	37 17	Mb	Ma			20211	8—11						
589	12·9	35 36			Ma			7—10						
590	12·9	36 29	Mc	gMc				9						
591	13·0	35 19			gMb			9—12						
592	13·0	35 51			Mb			9—12						
593	13·0	35 52			gMc			9—12						
594	13·1	35 19	Mbc	gMc				9—12						
595	13·1	35 30			Mb			9—12						
596	13·1	37 02			Mab			9—12						
597	13·2	37 49			gMc			11						
598	13·2	38 30			Mc			8—11						
599	13·2	38 42			Mb			7—10						
600	13·2	39 26			Mb			7—10						
601	13·2	39 09			gMc			7—10						
602	13·3	37 57			Mb			7—10						
603	13·3	35 04			Mc			11						
604	13·4	35 16			Mc			9—12						
605	13·5	38 01			gMc			12						
606	13·6	35 28			Mb			11						
607	13·6	35 49			Mb			12						
608	13·6	35 52			Ma			12						
609	13·7	36 31			Mc			12						
610	13·7	35 15			Mb			12						
611	13·7	37 47			Ma			12						
612	13·8	38 09	Md	gMd			20233	11—12						
613	13·8	36 42			Mb			11						
614	13·8	39 11	Mb	gMab				11						
615	13·8	39 15	Mc	Mc				10						
616	13·8	39 24	Mc	gMc				10						
617	13·9	36 08			Mc			10						
618	13·9	38 36			Mb			12						
619	14·0	37 34	Mb	Mab				10						
620	14·0	39 45			Ma			11						
					IC									

Красная и инфракрасная спектральная классификация M -звезд...

№ п/п	a_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3	Продолжение					
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431								
621	21 ^h 14 ^m 1 ^s	38°01'												11
622	14·1	39 40												10
623	14·2	39 06												10
624	14·3	39 48												10
625	14·4	36 42												11—12
626	14·4	37 00												11
627	14·5	38 18												10—11
628	14·5	39 33												10
629	14·6	36 32												12
630	14·6	37 05												11
631	14·7	37 44												11
632	14·7	35 58												12
633	14·7	36 35												12
634	14·7	38 27												12
635	14·8	36 34												12
636	14·8	36 35												12
637	14·8	39 26												10
638	14·8	38 56												10
639	14·9	35 08												12
640	14·9	35 58												12
641	14·9	36 25												12
642	15·0	39 47												10
643	15·1	37 53												11
944	15·1	38 17												10—11
645	15·1	38 57												10
646	15·1	39 26												12
647	15·3	36 33												12
648	15·3	36 43												11—12
649	15·4	36 33												12
650	15·4	38 14												10—11
651	15·4	38 49												10
652	15·4	39 05												10
653	15·5	37 58												11
654	15·5	38 48												10
655	15·6	36 14												12
656	15·6	36 32												12
657	15·6	39 07												10
658	15·6	39 15												10
659	15·7	37 34												11
660	15·7	39 51												10
661	15·7	39 51												11
662	15·8	37 13												11
663	15·8	37 21												

Продолжение

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
683	21 ^h 16 ^m 6	39°08'		Mb	Mb		20296	10
684	16·6	39 20			Mc			10
685	16·8	36 26			Mcd			12
686	11·8	38 50			Mb			10
687	16·8	39 30			Mb			10
688	16·9	37 05			gMb			11
689	16·9	38 19	Mc					10—11
690	17·0	37 45			Mc			11
691	17·0	37 57	Ma		gMb			11
692	17·0	38 51			Ma		20308	10
693	17·0	38 56			Ma			10
694	17·0	39 20			Mbc			10
695	17·1	37 17			gMb			11
696	17·1	37 52			gMd			11
697	17·2	36 50			Mb			11
698	17·2	37 56			Mbc			11
699	17·4	35 36	Ma		gMc			12
700	17·4	35 55			Ma			12
701	17·4	38 30	Md		Mc			10
702	17·5	38 31			gMc			10
703	17·6	37 30			Mbc			10
704	17·7	36 58	Mb		Ma			10
705	17·8	37 04			Mab			11
706	17·8	38 11			gMc			10—11
707	17·8	38 30			Mc			10
708	17·8	38 33			gMb			10
709	17·8	39 38			Mb			10
710	17·9	37 05	Mc		Mbc			11
711	17·9	38 38			Mbc			11
712	18·0	37 26			Mb			10
713	18·1	37 14			Mcd			11
714	18·1	37 18			Mc			11
715	18·2	35 29			Mb			11
716	18·2	35 34			Mc			12
717	18·2	36 03			Mb			12
718	18·2	36 52			Mcd			12
719	18·2	36 58			Mc			11
720	18·2	37 27	Mb		Mb			11
721	18·2	39 13			Mc			11
722	18·3	38 46			Mb			10
723	18·5	38 56			Ma			10
724	18·6	38 31			Mab			10
725	18·7	37 13	Mc		Mab			10
726	18·7	37 15			Mb			11
727	18·7	38 11			gMc			11
728	18·7	39 25			Mb			10—11
729	18·8	36 40			Mcd			10
730	18·8	37 39			Mb			11
731	18·9	37 53			Mbc			11
732	19·1	39 19	Mc		Mc			11
733	19·2	36 00			gMc			10
734	19·2	37 08	Mc		Mc			12
735	19·4	37 30			Mb			11
736	19·6	38 04			gMb			11
737	19·7	37 37			Mb			11
738	19·8	37 32			Mc			11
739	19·9	35 37			Mb			11
740	19·9	38 33	Mc		Mbc			11
741	19·9	39 19			gMc			10
742	20·0	39 20			Mc			10
743	20·1	37 27			gMbc			10
744	20·1	37 30			gMcd			11

Красная и инфракрасная спектральная классификация M -звезд...

Продолжение

№ п/п	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р				№ DO	№ части Рис. 3
			№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431		
745	21 ^h 20 ^m 1	38°32'			Mc			10
746	20·2	38 04			Mc			11
747	20·2	38 12			Mc			10—11
748	20·3	35 50			Mc			12
749	20·4	39 00			Mc			10
750	20·5	36 55			Mcd			11
751	20·5	38 23			Mab			10—11
752	20·8	36 27			Mb			12
753	20·8	37 58			Ma			11
754	20·8	38 05			Mb			11
755	20·8	38 31			Mb			10
756	20·8	38 59			Ma			20410
757	20·9	36 24			Ma			12
758	20·9	37 01			Mb			11
759	20·9	37 44			gMd			20411
760	21·0	38 03			Mc			11
761	21·1	36 02			Mb			12
762	21·1	37 51			Mc			11
763	21·2	36 03			Mb			12
764	21·2	36 25			Mb			20415
765	21·3	38 51			Mb			10
766	21·3	37 26			Mb			11
767	21·4	36 40			Ma			11—12
768	21·5	37 10			Mc			20424
769	21·7	37 11			Ma			11
770	21·8	36 34			Mab			20425
771	21·9	38 19			Mc			10—11
772	22·0	36 58			Mb			11
773	22·0	38 03			Mb			11
774	22·0	38 55			Mc			10
775	22·1	36 35			Mbc			12
776	22·4	36 13			Mb			12
777	22·5	38 20			Mcd			10—11
778	22·6	36 10			Mbc			12
779	22·6	38 27			Mb			10
780	22·8	37 45			Mc			20447
781	22·8	38 47			Mb			11
782	22·9	36 36			Mbc			12
783	22·9	36 53			gMc			11
784	23·1	36 30			gMd			12
785	23·2	38 05			Mbc			11
786	23·4	37 09			Mbc			20458
787	23·4	37 52			gMc			11
788	23·4	38 20			Mb			10—11
789	23·5	36 28			Ma			12
790	23·5	36 34			gMd			12
791	23·5	38 23			gMbc			10—11
792	23·5	38 35			Mc			10
793	23·8	36 35			Mb			12
794	23·8	37 16			Mb			11
795	23·9	37 13			Mb			11
796	24·1	38 12			gMc			10—11
797	24·2	37 10			Ma			11
798	24·2	37 16			gMc			11
799	24·2	37 33			gMc			11
800	24·3	38 08			gMbc			11

Двумерная классификация проведена только по снимкам, полученным в красных лучах. Координаты в общем списке М-звезд (таблица 2) неточные. Они вычислены по координатной сетке двух карт из атласа Франклина—Адамса. В таблице указаны номера М-звезд по каталогу Дирнборской обсерватории. Их можно использовать при отождествлении звезд и для приблизительной оценки звездных величин исследованных звезд. По порядковому номеру звезды из таблицы 2 можно найти на фото 1. В последнем столбце таблицы 2 указаны соответствующие карты фото 1. Фото 1 составлено по трем снимкам № 1639 (фото 1, 1—2—3—4—5—6), № 1431 (фото 1, 7—8—9—10—11—12) и № 2532 (фото 1, 13—14—15—16—17—18). Звезды со снимка № 2510 обозначены на № 1431 т. е. на фото 1, 7—8—9—10—11—12.

На рис. 3 приводим обозначения частей каждого из трех снимков № 1431, 1639 и 2532.

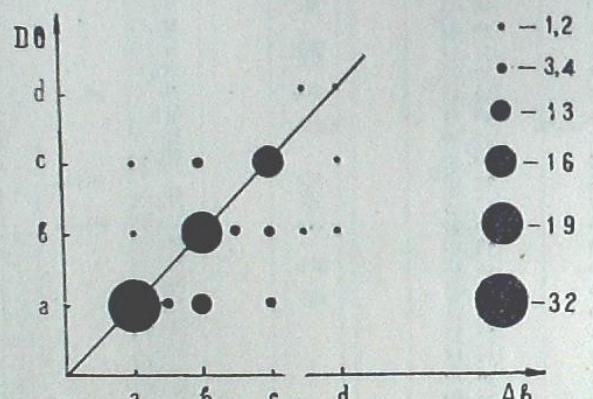


Рис. 4

В таблице 3 и 4 приводим дополнение к списку из таблицы 2. В список вошли те звезды, которые почему-либо не были классифицированы сразу (яркие или слабые звезды, звезды которые выявились на увеличенных снимках, приведенных на фото 1). Эти звезды также обозначены на фото 1,



Рис. 5

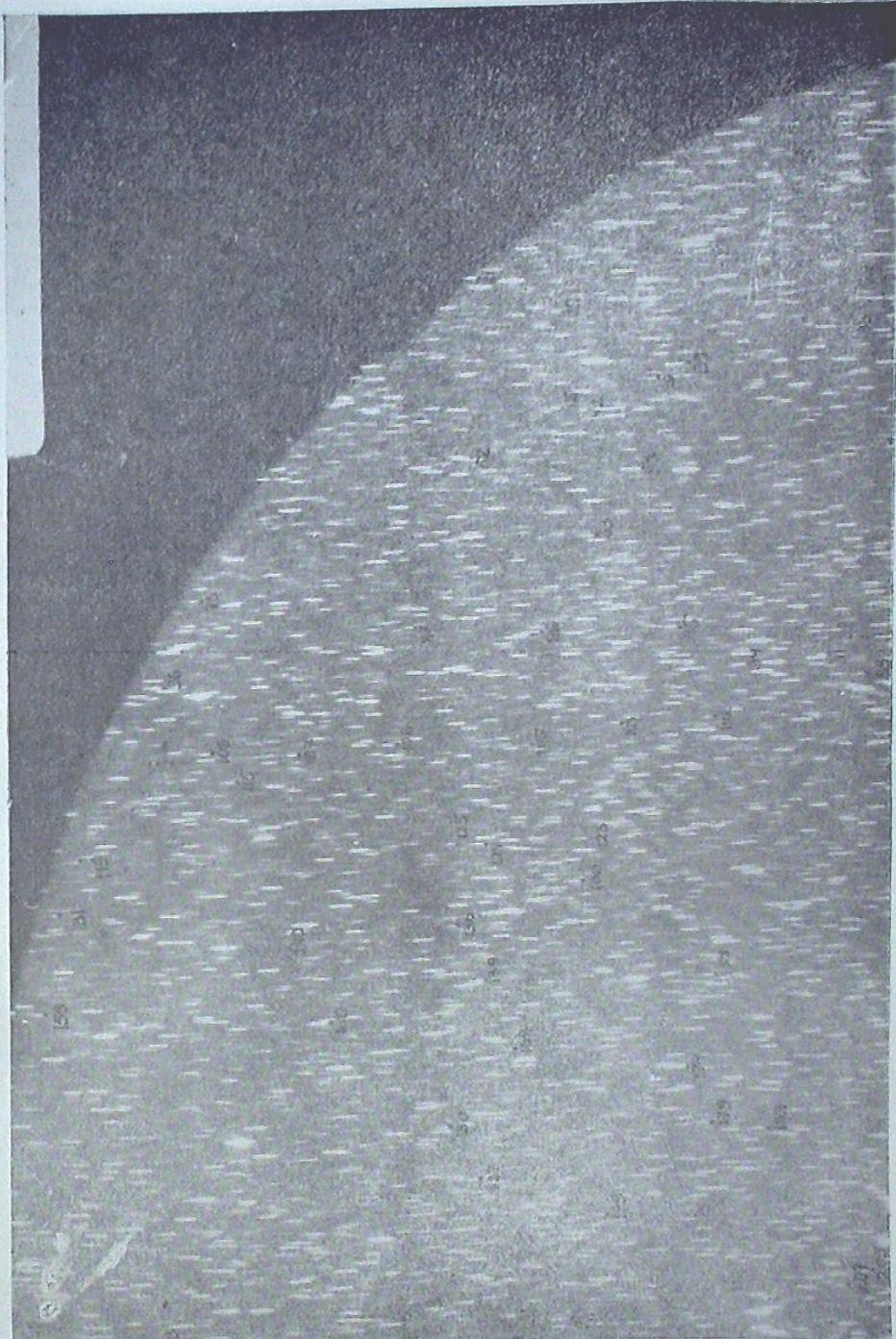
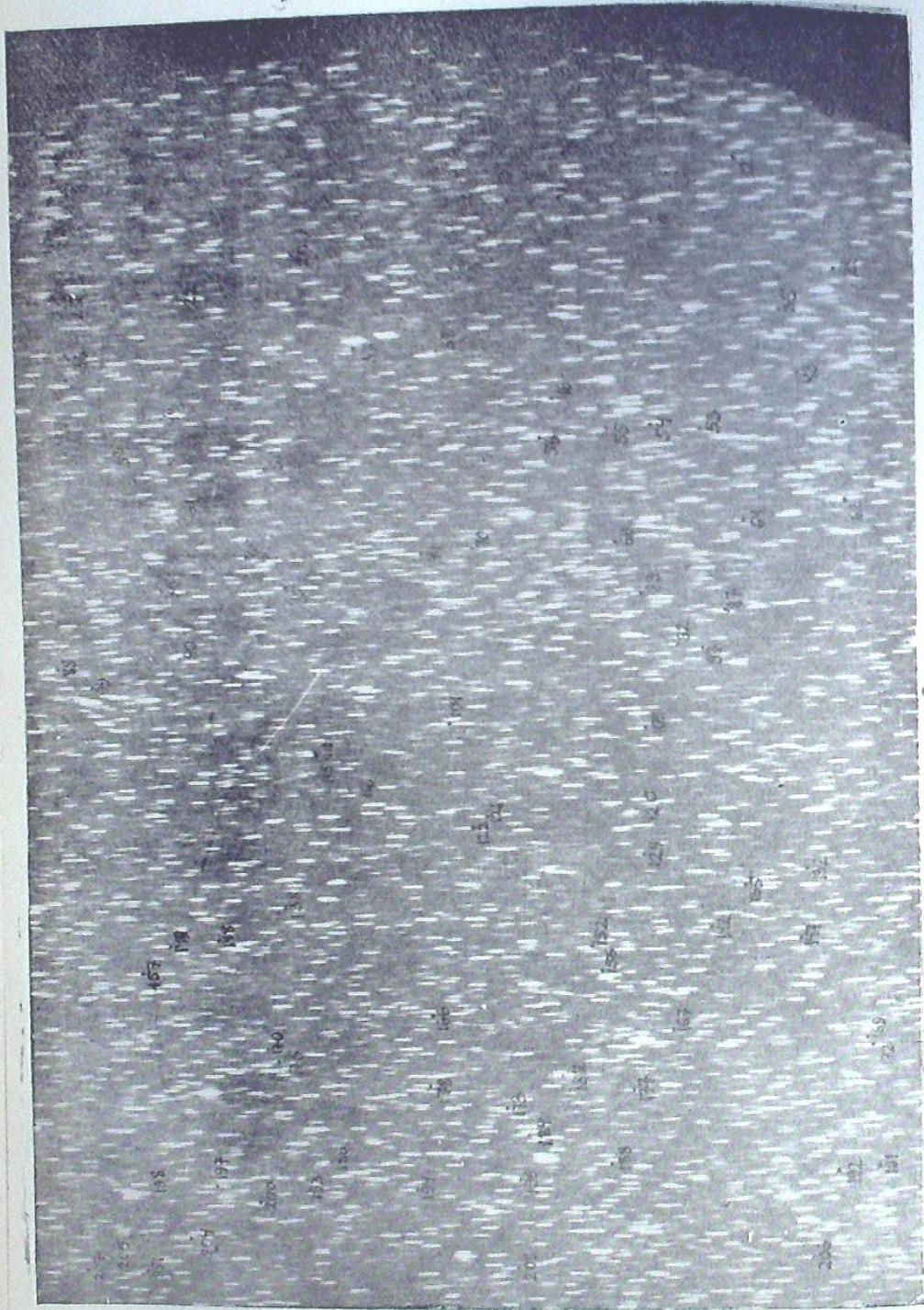
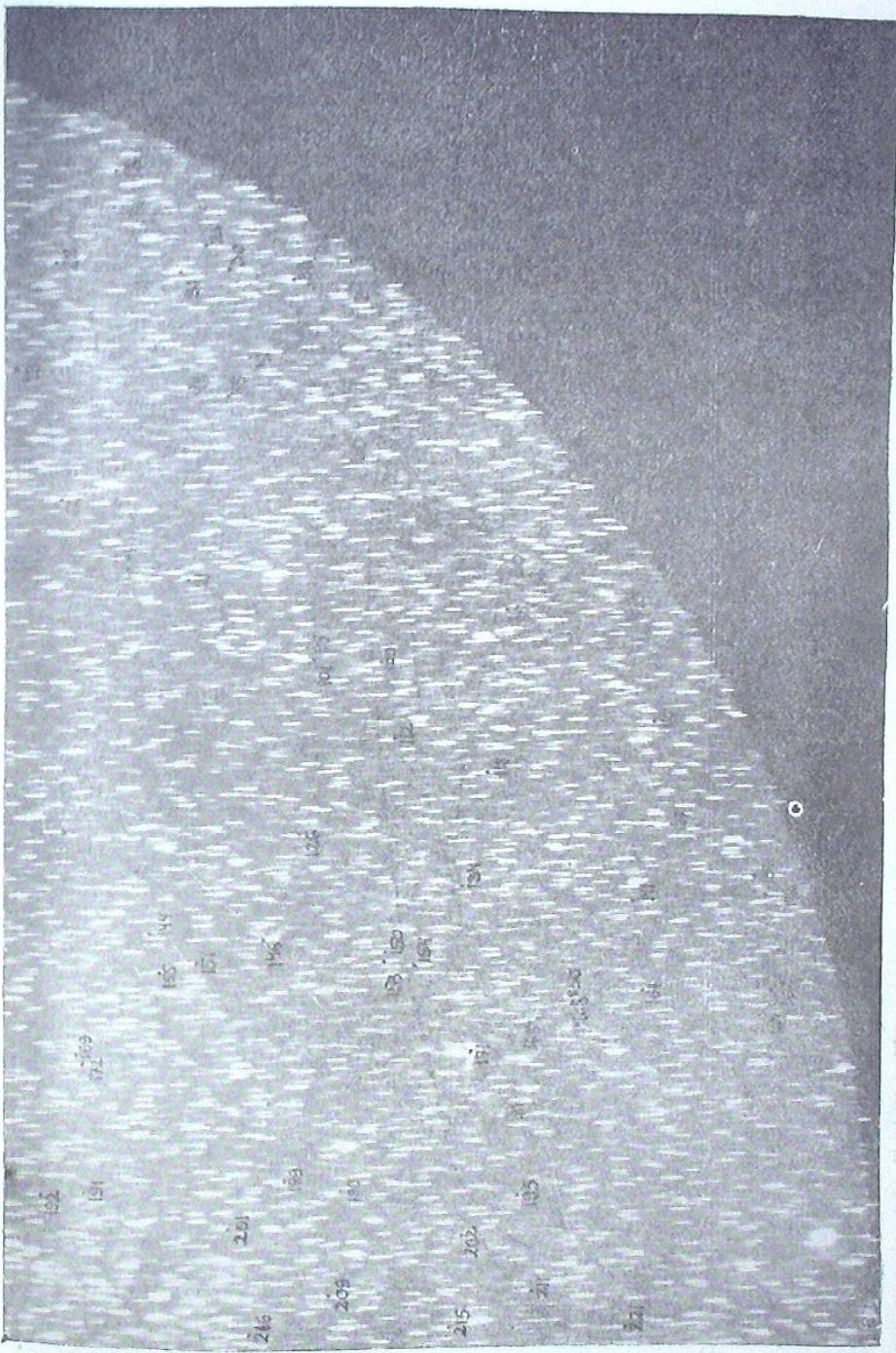


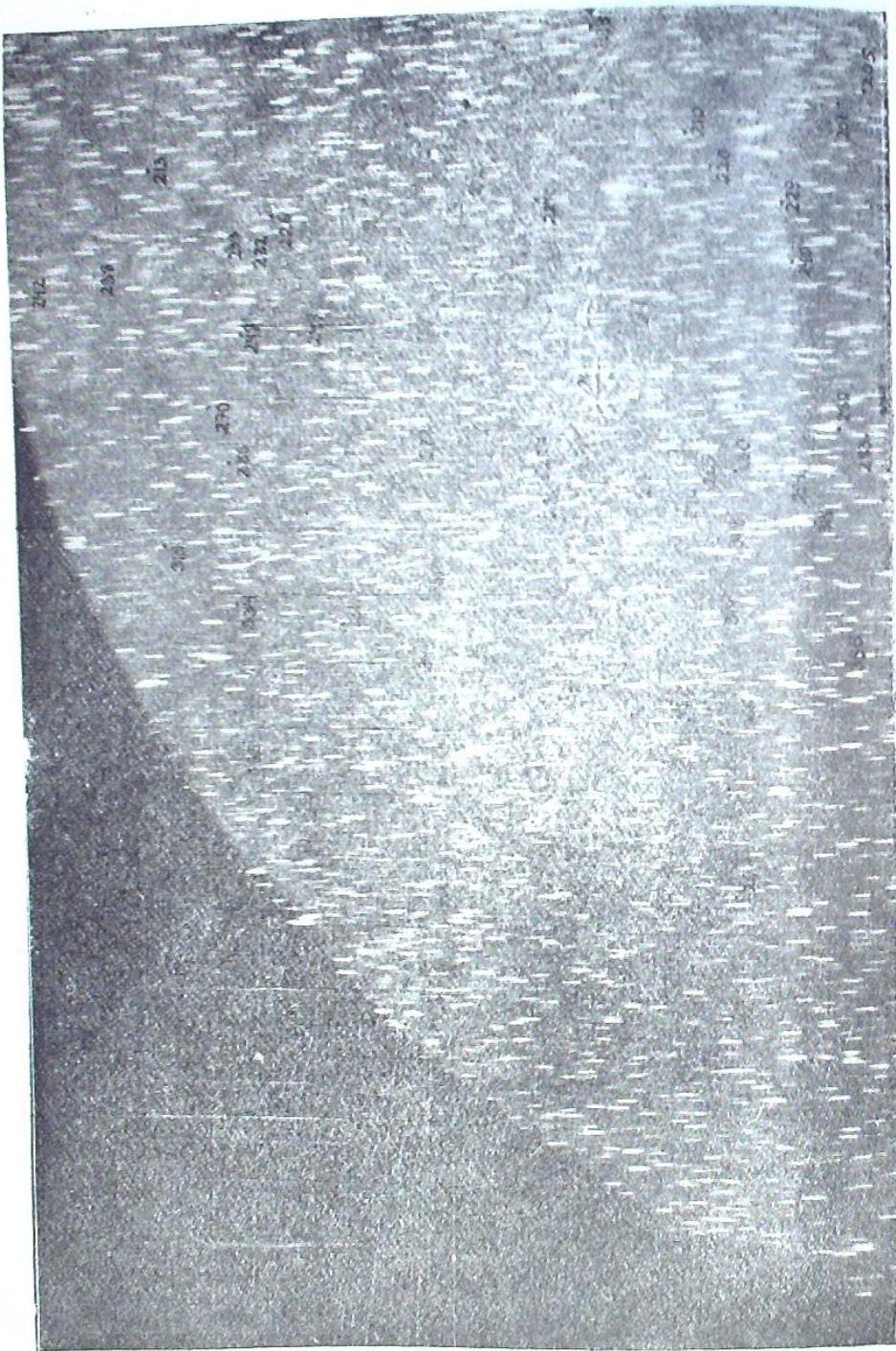
Фото 1



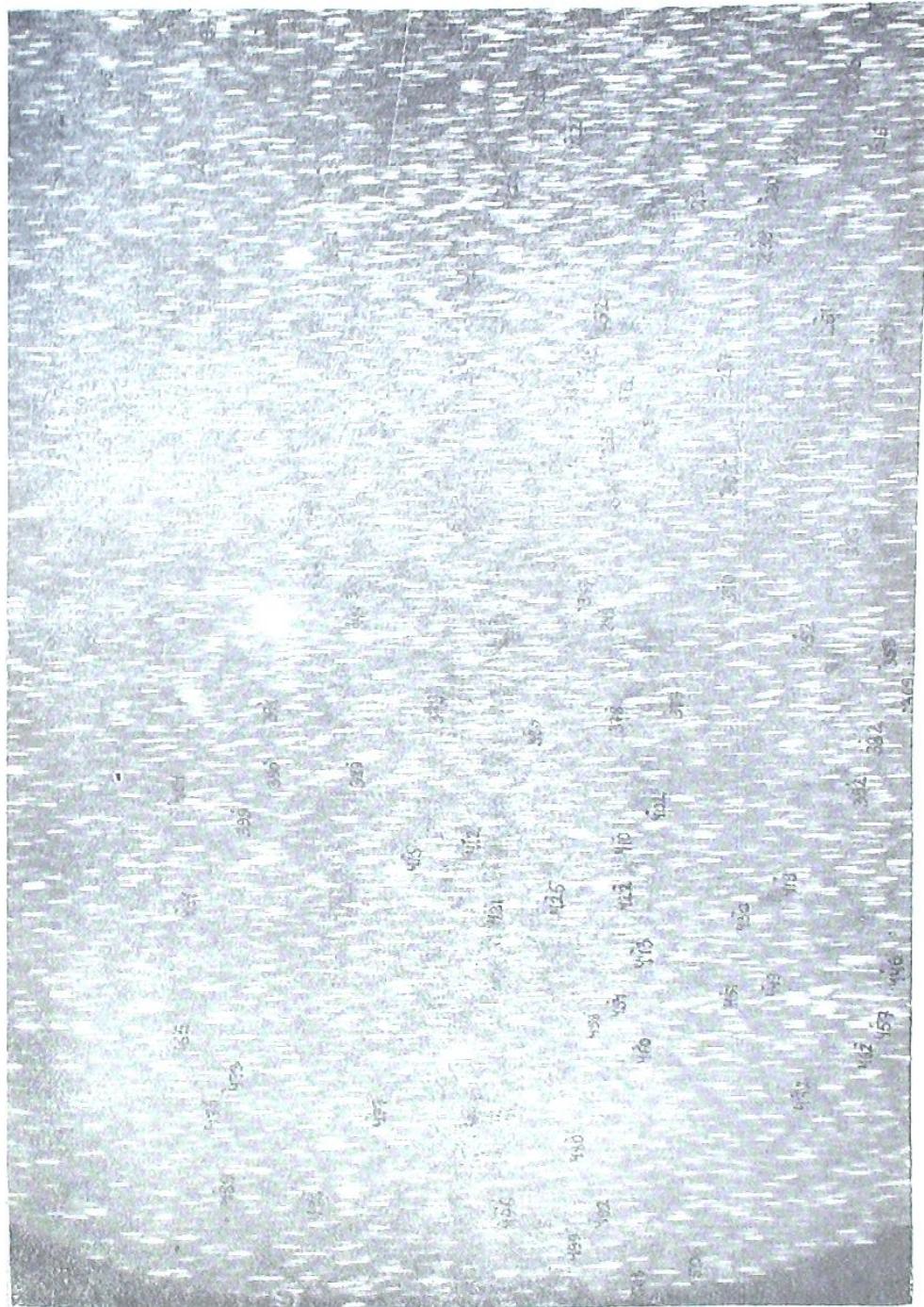
Dpto I,2



Dato I,3



Φοτο 1,4



Qoto 1,5



Фото I.6

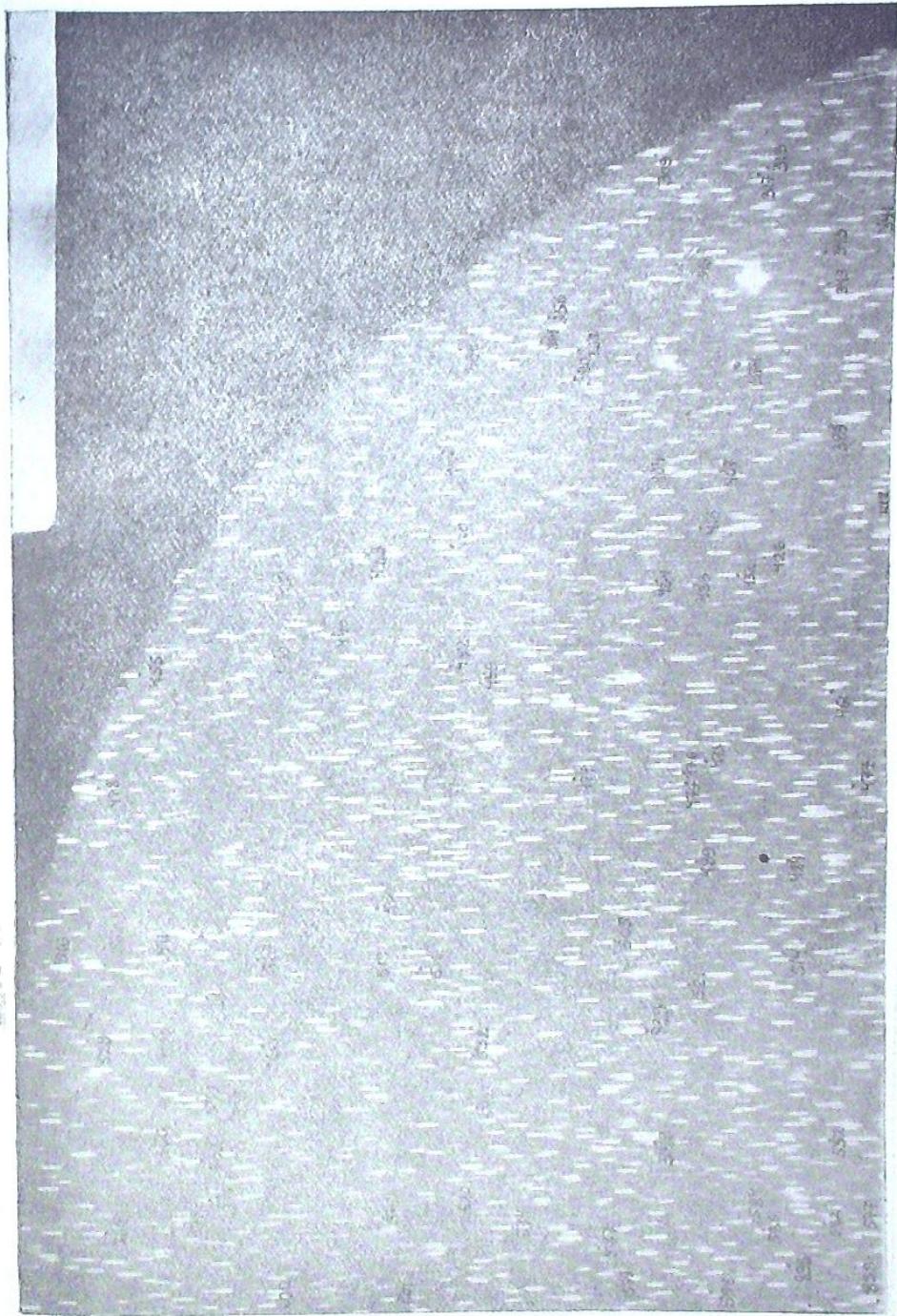
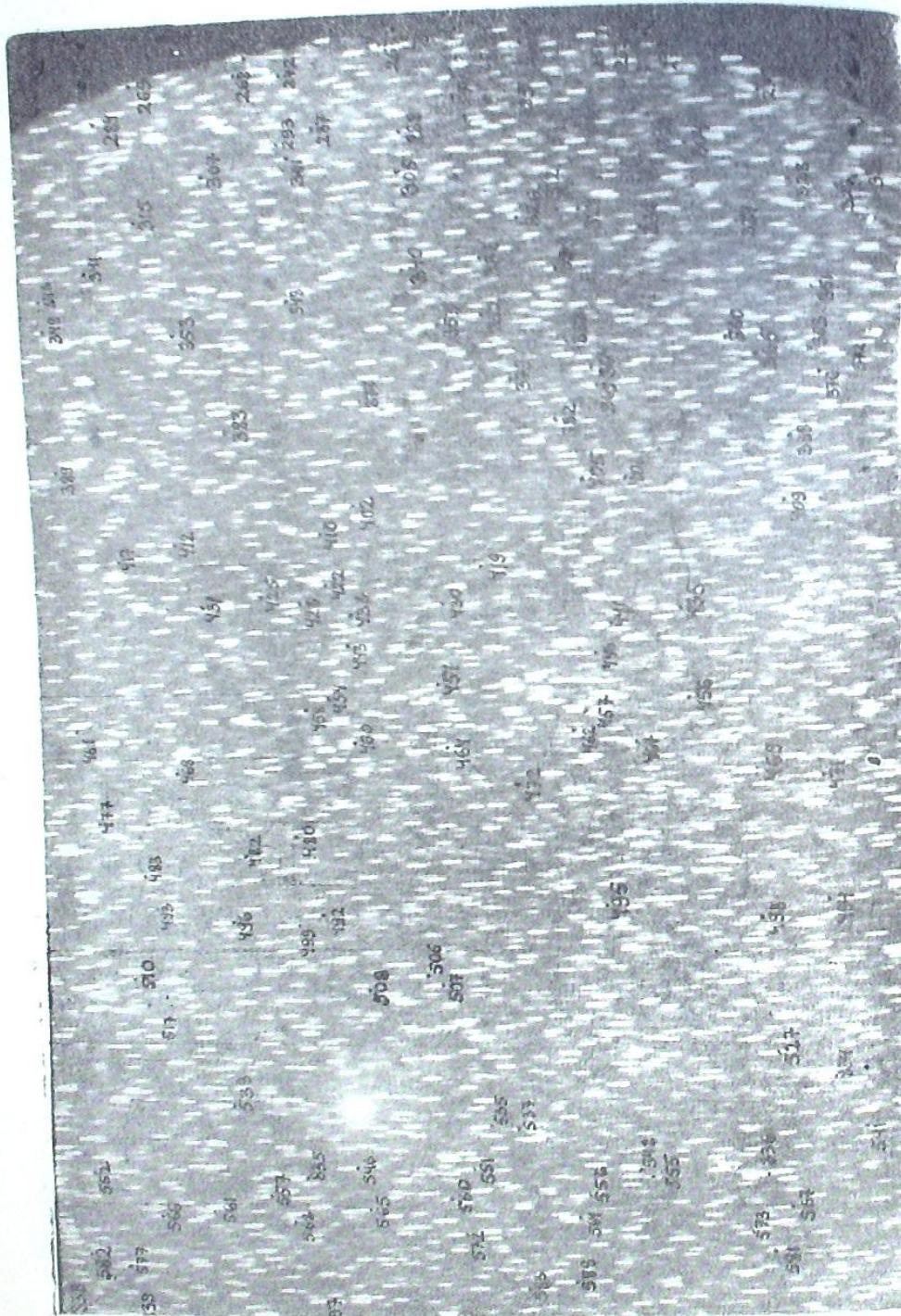
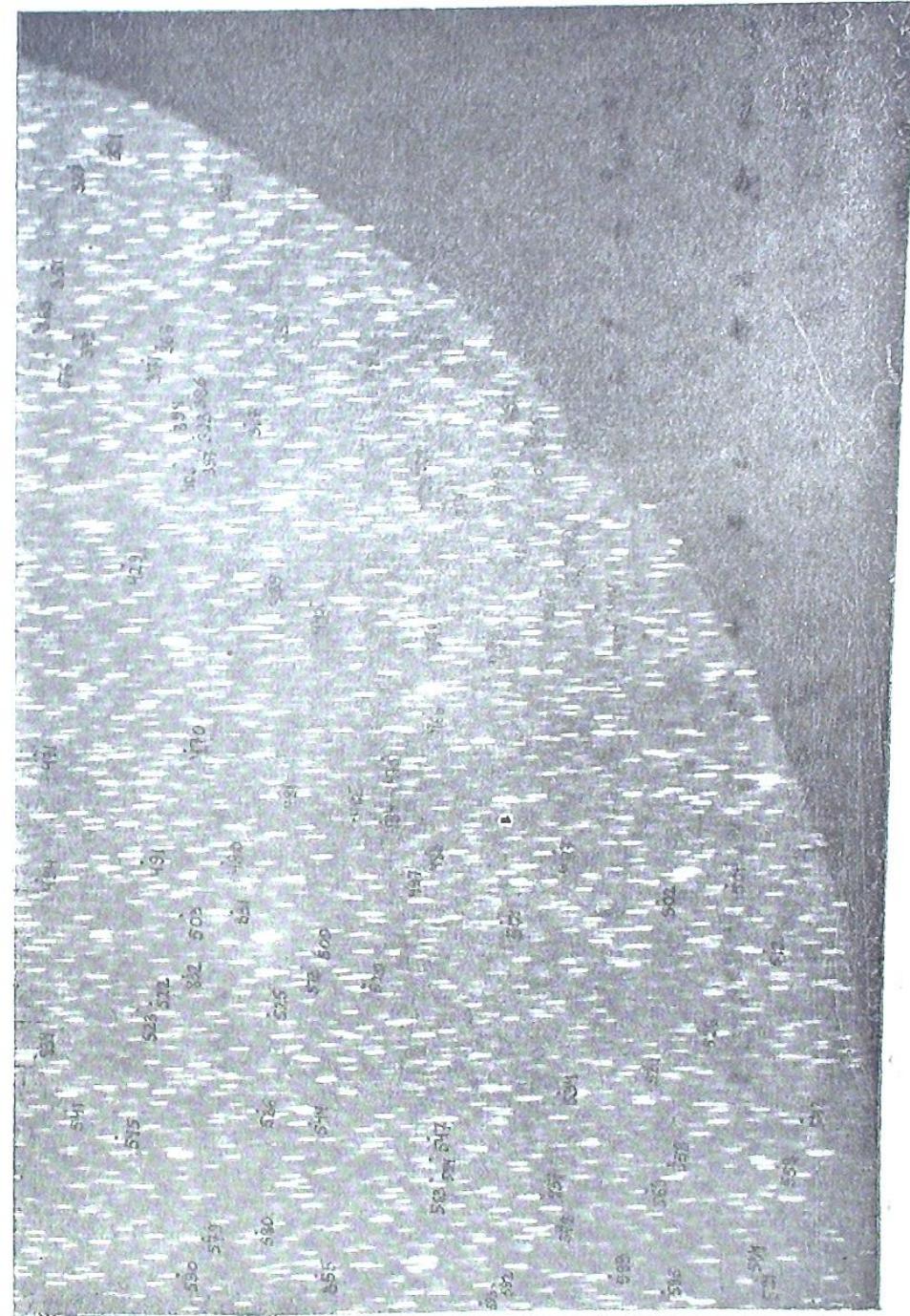


Фото I.7



四月 18



Dotted

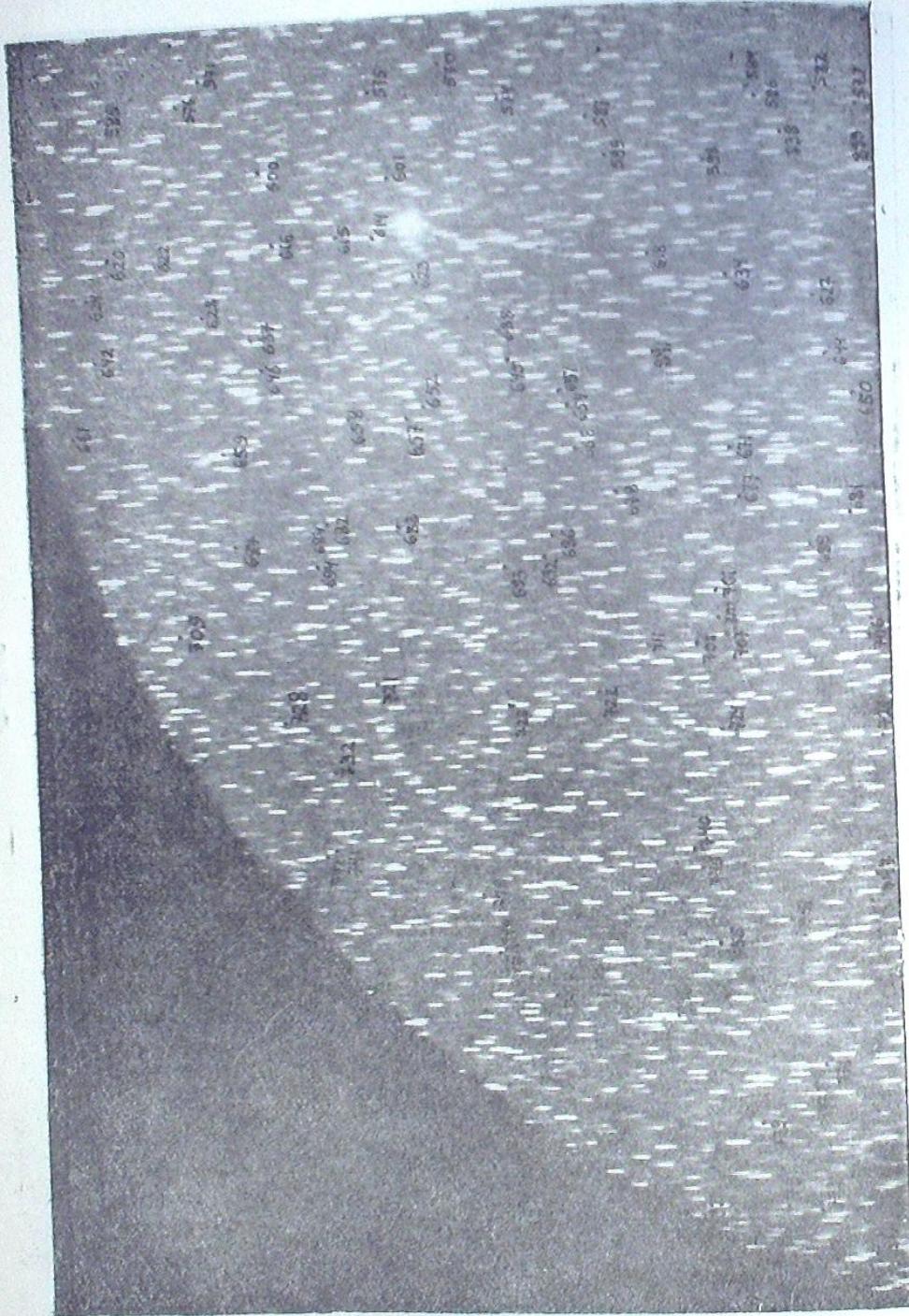


Photo I,10



Photo I,11

Foto 1,12

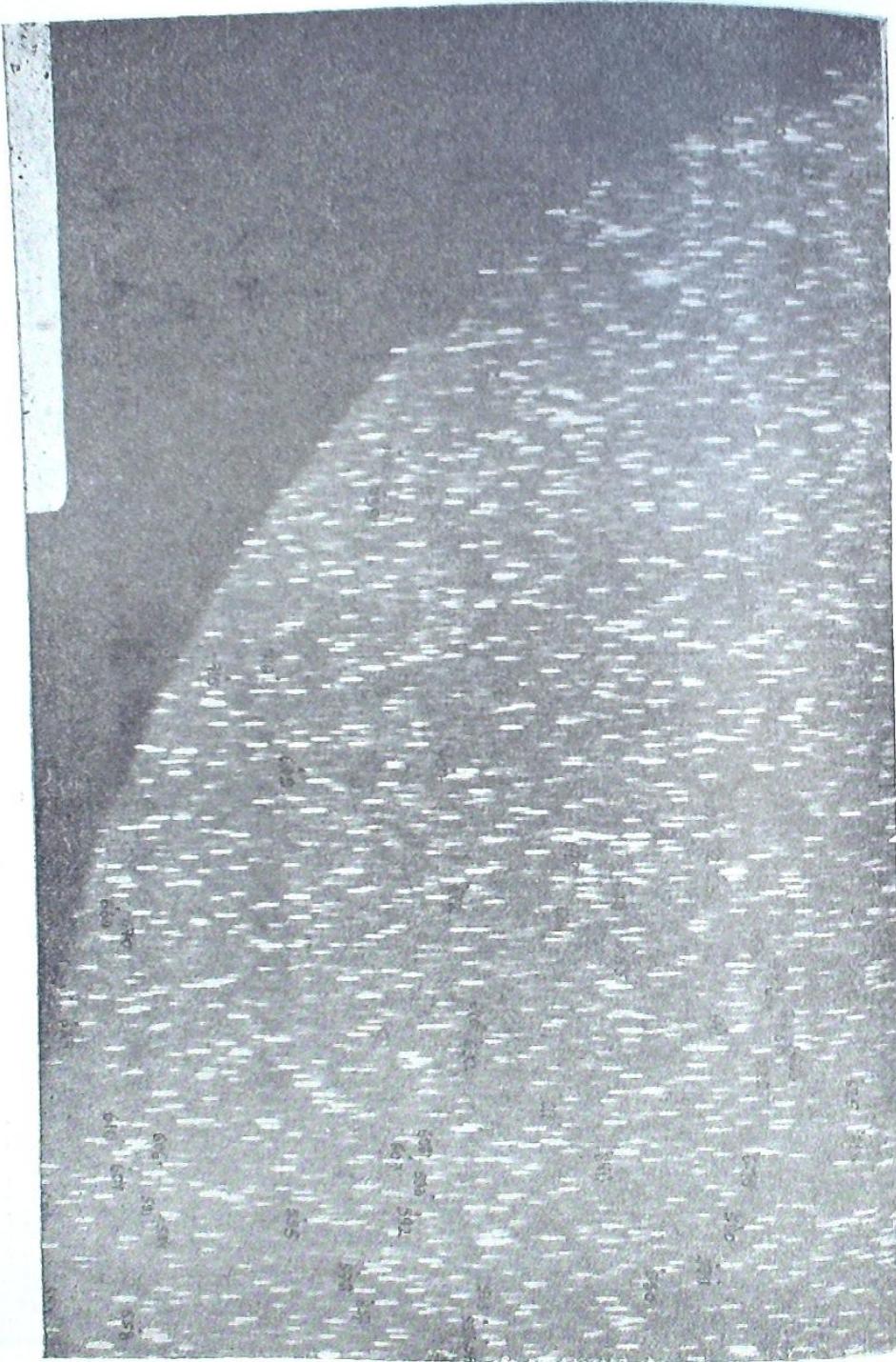
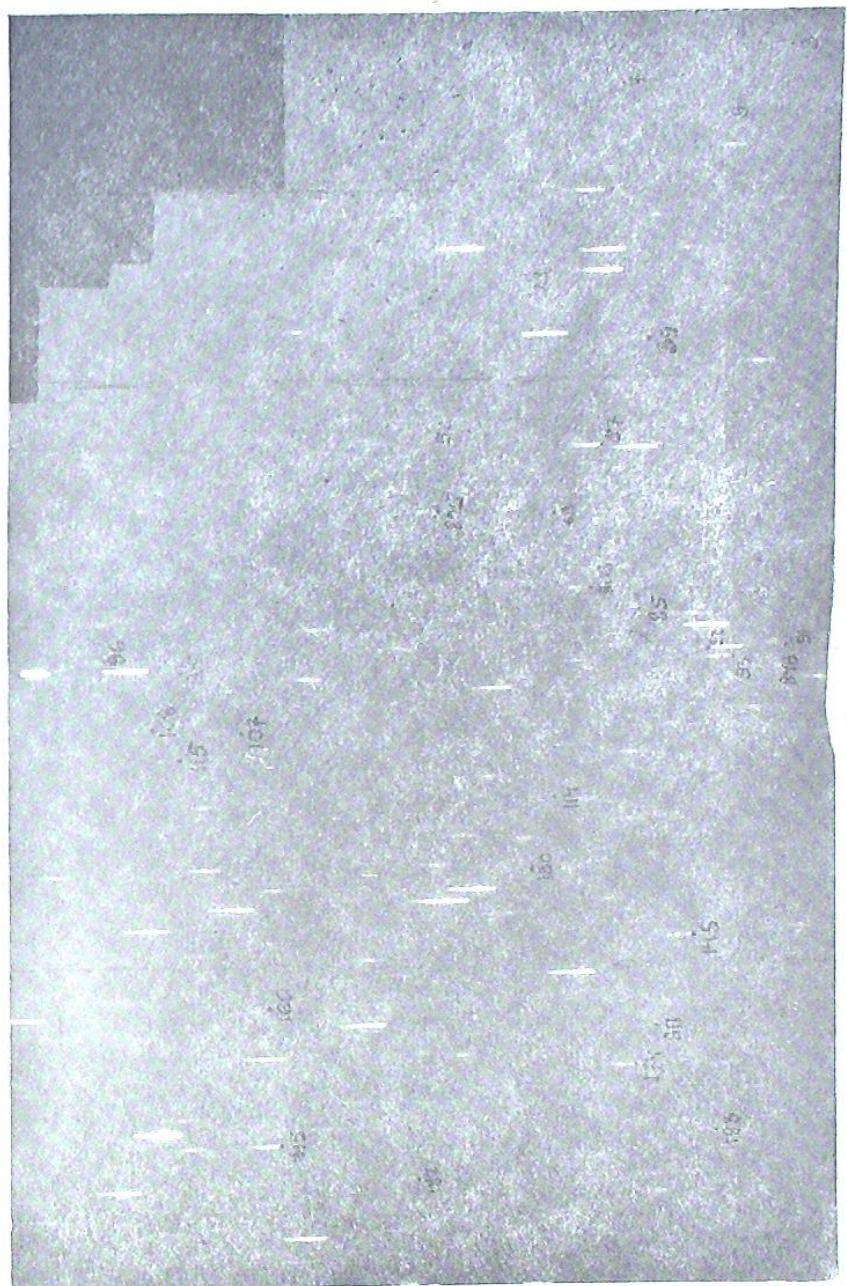


Foto 1,13



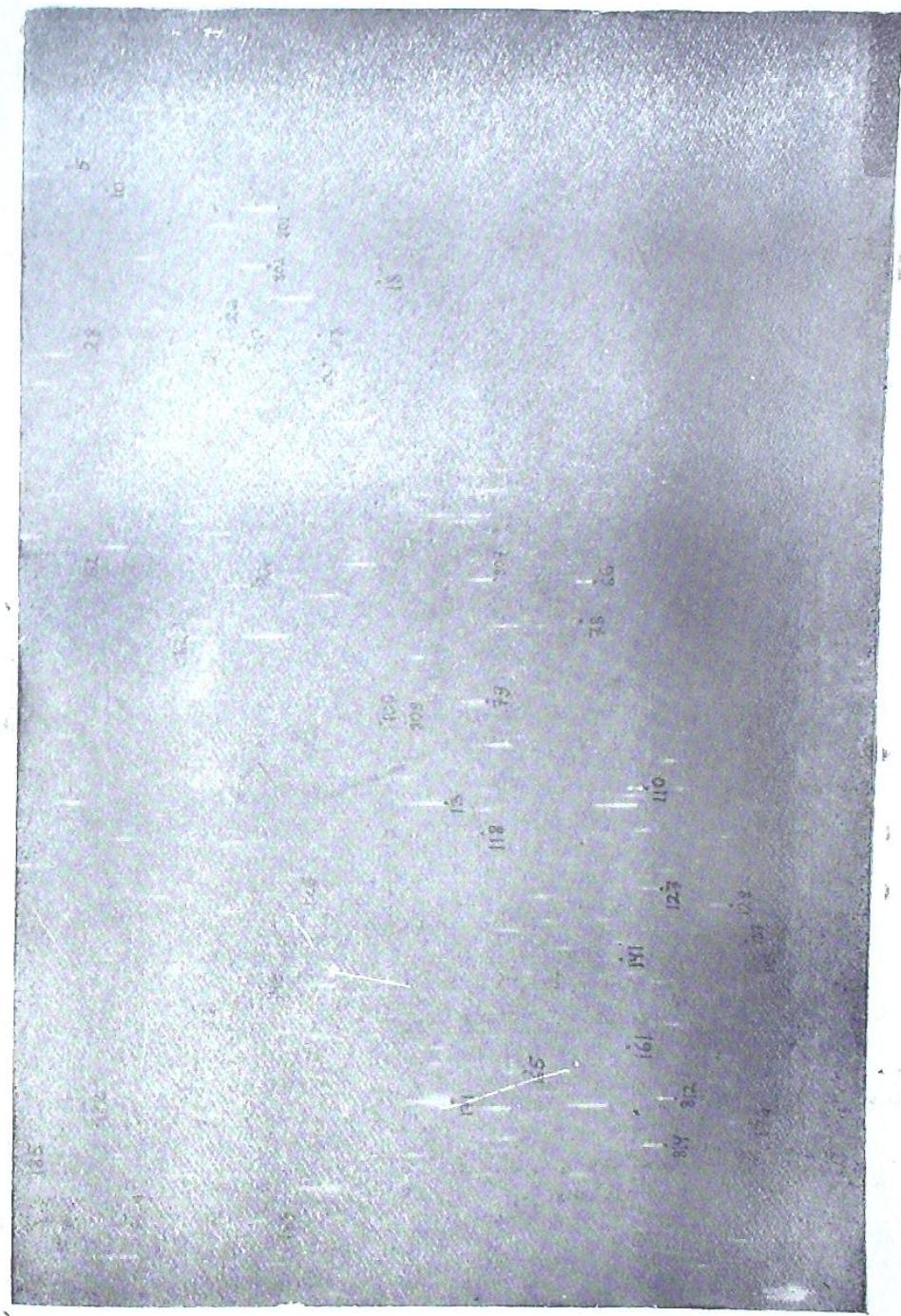




Фото 1,16



Фото 1,17

Таблица 3

№№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		DO	№ части рис. 3
			№ 2532	№ 2510		
801	20 ^h 46 ^m .8	36°40'	Md		19523	15
802	47·3	36 41	Ma		19539	15
803	48·0	38 10	Ma		19556	14
804	48·2	37 37	Mb		19567	14
805	50·2	39 22	Ma		19635	13
806	50·3	36 45	Mb		19639	15
807	50·3	36 17	Mb		19640	15
808	50·9	39 03	Ma		19653	13
809	51·8	36 27	Mab		19686	15
810	52·7	37 38	Mb		19718	14
811	55·2	38 57	Mb		19798	13
812	55·2	35 54	Mb		19800	15
813	55·5	37 32	Mb		19810	14
814	55·8	35 55	Mb		19818	15
815	56·3	39 40	Ma		19833	13—16
816	56·8	37 44	Mb		19840	14—17
817	56·9	38 34	Ma		19844	14—17
818	57·3	37 12	Ma		19853	14—17
819	59·1	38 09	Md		19907	17
820	59·2	37 17	Ma		19912	17
821	21 01·0	36 35	Ma		19961	18
822	01·3	39 21	Ma		19972	16
823	01·4	36 03	Mb		19977	18
824	03·2	39 56	Ma		39215	16
825	03·6	35 58	Mb	Ma	20022	18
826	04·1	38 21	Ma	Ma	20036	17
827	05·4	38 34	Ma	Ma	20062	17
828	07·7	36 55	Ma	Ma	20102	18
829	05·2	35 56		Ma	20060	9
830	05·7	35 39		Mb	20065	9
831	09·2	36 18		Ma	20143	9
832	09·8	36 23		Mb	20157	9
833	10·2	38 32		Mc	20164	7
834	10·6	36 41		Mc	20173	8—9
835	11·4	37 45		Mb	20189	8
836	11·4	36 53		Ma	20190	8
837	11·9	35 42		Ma	20202	9—12
838	12·5	38 15		Ma	20210	I—8—10—I
839	12·9	38 05		Mb	20217	7—8—10—I
840	13·8	36 10		Ma	20241	12
841	14·7	38 31		Ma	20259	10
842	16·1	36 22		Mc	20291	12
843	19·0	37 07		Ma	20367	11
844	20·7	38 50		Ma	20410	10
845	20·9	37 20		Mc	20414	11
846	21·2	38 30		Mb	20419	10

Таблица 4

№№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	№ 2532	№ 2510	№ 1639	№ 1431	№ части рис. 3.
847	20 ^h 46 ^m .8	37°28'	Md				14
848	51·2	38 55	Mc				13—14
849	51·2	36 07			Mc		3
850	55·3	36 14			Mc		3
851	57·2	38 43			Md		2—5
852	58·9	38 16	Md			Mc	11
853	59·3	36 05	Mbc		Mbc		18
854	03·2	38 10			Mb		17
855	2104.0	36 10			Mb	Mc	9

На рис. 4 приводим сравнение наших результатов классификации по ИК-снимкам с данными Дирнборской обсерватории. Кружки пропорциональны числам звезд 10 подклассов по их классификации были переведены соответственно в четыре. Расхождения в некоторых случаях могут быть вызваны ошибками в отождествлении звезд из Дирнборского каталога. Часть звезд, в основном М0-М1 по Дирнборскому каталогу, мы не классифицировали на наших ИК-снимках, приписывая им более ранний спектральный класс.

8 звезд на ИК-снимках имеют интенсивный ИК-конец спектра. Эти звезды № 5, 267, 339, 450, 525, 568, 576 и 590. Мы их классифицировали как звезды M_c и M_d , кроме звезды № 5, которая по красному снимку № 1639 классифицирована как M_b . Микрофотограмму инфракрасной звезды № 5 по ИК-снимку приводим на рис. 5.

Звезд спектральных подклассов M8—M9—M10 в области не обнаружено.

Ноябрь, 1961.

RED AND INFRARED SPECTRAL CLASSIFICATION OF M-STARS FROM LOW DISPERSION SPFCTPA IN CYG IV

М. В. ДОЛИДЗЕ, Н. Н. ГУСЕВА, Т. В. РЕТИВАЯ, Б. А. КУНДЗИНЯ

(Summary)

The description of red and infrared spectral classification from low-dispersion spectra and its results for 855 stars in CygIV are given (tables 2, 3, 4). Identification charts are given as well (fig. 3).

November, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долидзе М. В., Результаты обозрения области S 258, S 298 в красном участке спектра. Астрон. Цирк. АН СССР 1960, № 213, 12—13.
2. Öhman Y., The red spectral region of dwarf stars of class M. Stockholms obs. Ann. 1936, 12, № 3, 3—13.
3. Davis Dorothy N., The spectrum of β Pegasi. Aph. J. 1947, 106, 28—75.
4. Öhman Y., Spectrographic studies in the red. Aph. J. 1934, 80, 171—180.
5. Iwanowska W., Wayman R. A., A study of low dispersion spectra of M stars in the red region. Aph. J. 1952, 115, 129—133.
6. Nassau J. J., Albada van G. B., A study of M-type stars in Cygnus. Aph. J. 1949, 109, 391—413.
7. Cameron D. M., Nassau J. J., Classification of late M-type stars from low-dispersion spectra in the near infrared. Aph. J. 1955, 122, 177—181.
8. Sharpless St., The infrared spectral classification of M-type stars. Aph. J. 1956, 124, 342—345.

РАССЕЯННОЕ СКОПЛЕНИЕ Ап (Tr) 35

С. П. АПРИАМАШВИЛИ

Выполнив программную работу «Спектральная классификация и колориметрия слабых звезд в избранных площадках П. П. Паренаго», мы заинтересовались скоплением Ап (Tr) 35, которое находится в нашем рабочем участке.

70-см менисковый телескоп Абастуманской астрофизической обсерватории дал возможность определить фотографические и фотовизуальные величины слабых звезд этого скопления.

На том же телескопе нами были получены спектры с объективной призмой (дисперсия 666 \AA/mm около H_{γ}) и определены спектральные классы сравнительно ярких звезд.

Для определения фотографических и фотовизуальных звездных величин применялись фотопластинки: Агфа Астро и Агфа Астро Панхром, при комбинации с фильтром ЖС-18.

Средняя квадратичная ошибка определений не превышает 0.04 зв. величины. Спектральный класс и последовательность соответственно определены с точностью 1 подкласса и 1 порядка последовательности.

Значения звездных величин (приведенные к международной системе) и спектральные классы даются в табл. 1.

На рис. 1 дается зависимость фотографических звездных величин от показателя цвета, а на рис. 2 карта области Ап35.

Применив данные табл. 1, мы определили среднее расстояние и общее поглощение до данного скопления. Среднее расстояние оказалось равным 2000 pc, а общее поглощение до скопления в среднем 4 зв. величины.

Значения абсолютных звездных величин, нормальных показателей цвета и переводящего множителя брались соответственно по [3] и [2].

Красные звезды спектральных типов K-M были классифицированы по полосам титана (6159 \AA) со спектров, полученных с применением красного фильтра на фотопластинках Kodak ОаE.

Этот метод классификации позволяет определять спектральный класс красных звезд примерно до 17—18 зв. величин.

По нашему определению красные звезды, входящие в наш каталог, не принадлежат к скоплению.

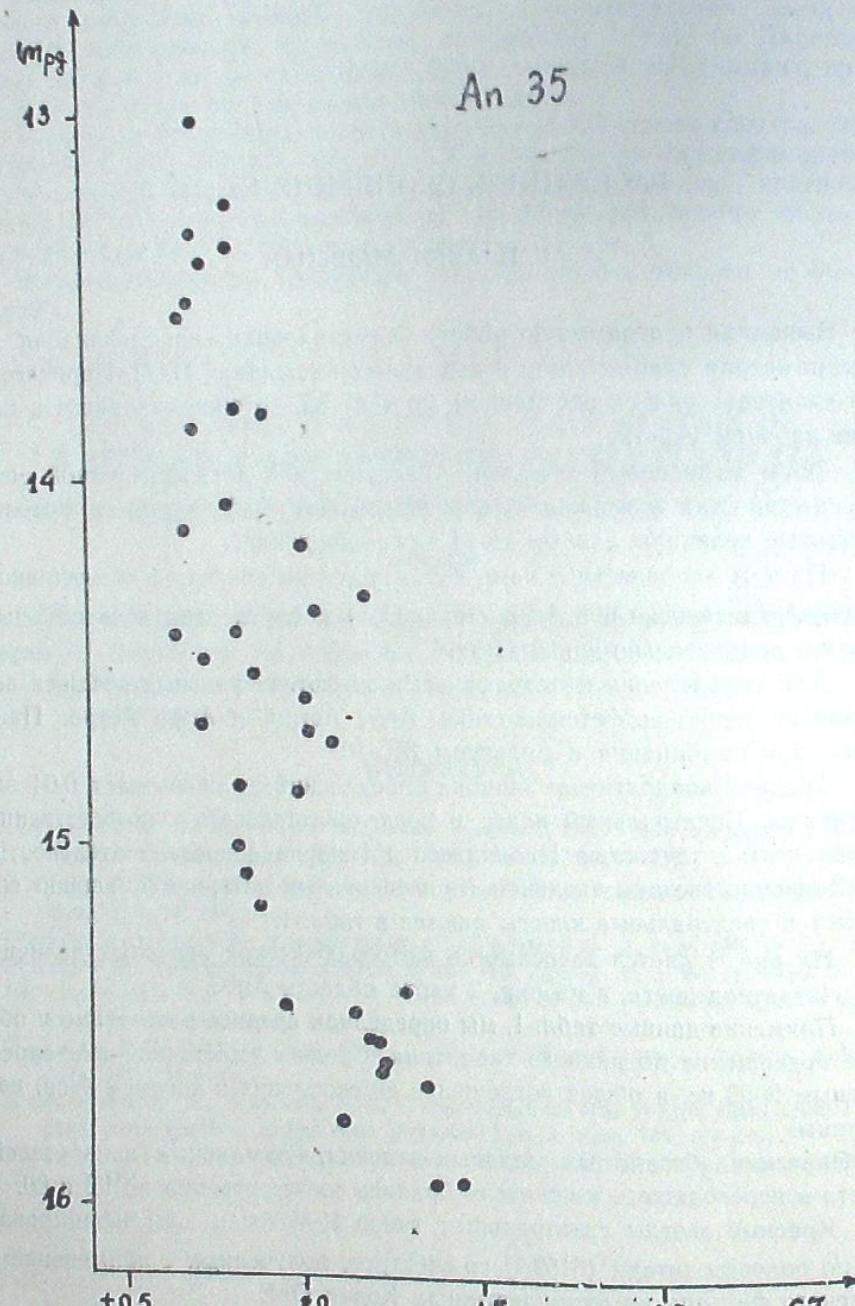


Рис. 1

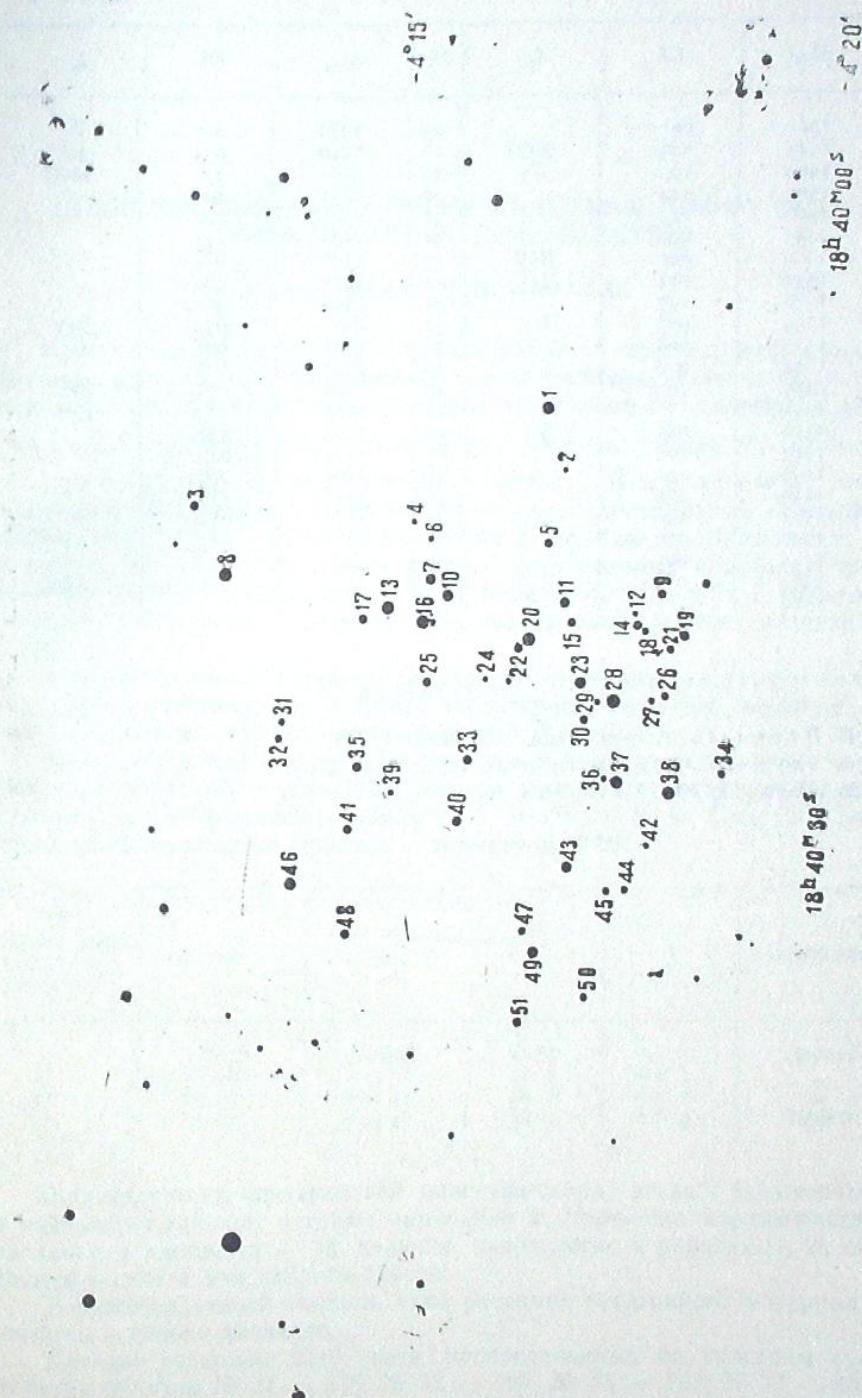


Рис. 2

Таблица 1

№	M_{pg}	Cl	S_p	№	M_{pg}	Cl	S_p
1	1381	091		25	1452	087	B ₅
2	1543	329	MOI	28	1340	074	B ₂
3	1469	105:	A7	29	1502	338	MOI
4	1593	144		30	1471	109	
5	1560	123		31	1562	123	
6	1485	099		32	1546	115	
7	1406	080	B ₅ V	33	1508	084	
8	1332	071	B ₂ V	35	1441	082:	
9	1566	135		36	1500	082:	
10	1355	067	B ₃	37	1302	072	B ₃ V
11	1413	068		38	1324	081	B ₅
13	1351	070	B ₃	39	1553	118	
14	1459	102:		40	1385	071	B ₅ V
15	1591			41	1504	293	K ₇ I
16	1336	081	B ₂	42	1593	137	
17	1417	101		43	1449	073	B-A
18	1554	121		44	1506:	205:	
19	1435	105		46	1431	119	
20	1354	256	K ₅ I	47	1517	088	
21	1540	129		48	1483	083	A2
22	1544	095		49	1467	072	
23	1380	063	B ₃ V	51	1442	065	A0:
24	1576	111					

ЛИТЕРАТУРА

- П. П. Паренаго, Астрон. журн. 1956, № 5, 749.
- А. Ф. Торонджадзе, Астрон. журн. 1958, № 4, 547.
- J. A. Russell, AJ, 1953, 58, № 4, 89.

БАЗА МАТЕРИАЛОВ АСТАУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ СБЕСЕДЫ № 28, 1962
БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ СБЕСЕДЫ № 28, 1962

СПЕКТРЫ ЗВЕЗД В ЧЕТЫРЕХ УЧАСТКАХ ДИФФУЗНЫХ ЭМИССИОННЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Р. А. БАРТАЯ, Е. К. ХАРАДЗЕ

В статье [1] мы сообщали о начале работ по спектральной классификации звезд 12.5 зв. величины на основе спектров, получаемых с помощью 70-см предобъективной призмы и менискового телескопа Абастуманской обсерватории (дисперсия $166\text{\AA}/\text{мм}$ около $H\gamma$, граница спектра с коротковолновой стороны — 3500\AA). В той же статье подробно описана характеристика нашей системы спектральной классификации: критерии, точность, соотношения с другими системами и т. п. В работе [2] мы опубликовали каталог спектральных классов в трех участках Млечного Пути, вокруг NGC 6604, NGC 6913 и Tr 1, исследованных нами в первую очередь, как содержащих в себе скопления [3, 4].

Настоящим мы публикуем каталог спектральных классов в четырех других участках, для которых характерным является наличие в них эмиссионных диффузных туманностей [3, 4].

Ниже следующая табличка содержит координаты центров рассматриваемых участков с указанием номера соответствующей диффузной туманности по Крымскому атласу Г. А. Шайна и В. Ф. Газе [5]. Площадь каждого участка круглая с диаметром $4^{\circ}50'$.

№ Эмисс. диф. тум. по Ат- ласу [5]	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	Созвездие
31	20 ^h 32 ^m	+46°28'	52.5	+3.02	Лебедь
32	20 28	+43 58	50.1	+2.1	"
33	20 44	+41 11	49.6	-1.9	"
37	21 10	+59 48	66.3	+7.9	Цефей

Характеристика спектральной классификации звезд, включенных в настоящий каталог, а также замечания в отношении характеристик каталога, в частности — зв. величин, изложенные в работах [1, 2], остаются в силе и для данного случая.

В ниже следующей таблице дано описание негативного материала, легшего в основу каталога.

Каталог содержит 2310 звезд, распределенных по участкам следующим образом № 31 — 539, № 32 — 466, № 33 — 703, № 37 — 602.

Расположенные в перечисленных выше участках диффузные эмиссионные туманности малы по размерам и слабы по интенсивности.

№ Негатива	Дата	Сорт фотопластинки	№ области по [5]	Экспозиция в минутах
Спектральные снимки				
186	8.VIII.1956	Агфа Астро	31	120
192	11.VIII.	"	32	120
194	12.VIII.	"	33	120
267	29—30.IX.	"	37	120
442	4—5.VII.1957	Кодак ОаО	31	40
474	30—31.VII.	"	33	33
475	"	"	32	32
480	31.VII.	"	37	38
483	1.VIII.	"	37	31
Прямые снимки				
542	23—24.VIII.1957.	Агфа Астро	31	4
543	"	"	32	4
544	"	"	33	4
548	24—25.VII.	"	37	4
549	"	"	Сев. пол. посл.	4
550	"	"	31	4
553	"	"	Сев. пол. посл.	4
554	"	"	37	4
556	"	"	Сев. пол. посл.	4
577	29—30.VIII	"	—	4
579	"	"	33	4

Уже это явилось указанием на малую вероятность нахождения в них О-ассоциаций. Впрочем, известны и такие случаи, когда в данном направлении отсутствует диффузная газовая туманность, но присутствует О-ассоциация (например, h, z Персея). Поэтому и бедные газовыми туманностями участки следует исследовать с точки зрения изучения расположения в них ранних звезд. Однако, проведенная в Абастумани классификация звезд, представленная в нижеследуемом каталоге, показала, что исследованные участки №№ 31, 32, 33, 37 (по [5]) весьма бедны звездами типа О-B2 (2—4 звезды в каждом участке) и они не могут содержать О-ассоциаций.

Сентябрь, 1961.

У ЧАСТOK I (Лебедь; тум. 31 по [5])

+44°	№	α_{1950}	δ_{1950}	m_p	Sp	BD HD
	1	20 ^h 22 ^m 03 ^s	44°59'0"	10 ^m .31	A1	44 3451
	2	22 18	47.3	10.07:	A5	44 3456
	3	22 30	54.7	11.56:	G8	44 3458
	4	23 42	58.9	11.31	Fo	
	5	24 19	50.7	11.46	B9	
	6	24 21	56.2	10.56	F8	44 3462
	7	24 33	45.4	11.03	F6	
	8	25 03	19.8	—	A5	
	9	25 24	35.6	10.75	B-A	44 3467
	10	25 42	19.6	11.20:	A2	
	11	25 52	44.2	10.21	F2	44 3468
	12	25 57	57.1	10.70	A1	
	13	26 03	57.1	9.07	A3	44 3469
	14	26 15	19.5	10.57:	G8IV	43 3616
	15	26 33	48.8	9.81:	G8:	44 3474
	16	26 44	35.3	11.31	B-A	
	17	26 56	47.5	9.41:	A1	44 3476
	18	27 08	36.0	11.15	G5	44 3478
	19	27 08	55.2	9.18	K5 II-III	44 3479
	20	27 16	41.2	11.06	A1	
	21	27 24	45.2	11.01	Ao	
	22	27 34	49.8	10.19	G5	44 3481
	23	27 42	26.2	10.52	A3	44 3482
	24	27 51	51.7	10.69	B9	
	25	28 12	48.0	10.91	B8	
	26	28 16	47.8	10.27	B9	
	27	28 19	53.5	10.16	A1	44 3488
	28	28 21	36.0	—	B8	
	29	28 40	38.2	11.49	G2	
	30	28 46	24.0	9.97	Ao	44 3493
	31	28 48	33.7	11.76	B9	
	32	29 00	37.5	10.91	B3	
	33	29 15	49.5	—	A3:	
	34	29 35	15.0	10.70	A2	
	35	29 42	42.0	11.23	Ao	
	36	29 48	55.5	9.84	A5	44 3496
	37	29 52	36.0	10.31	A1	44 3497
	38	29 52	20.0	9.51	A2	43 3637
	39	30 20	36.28	11.55	K3	44 3501
	40	30 27	25.5	12.26	Ko:	
	41	31 09	09.0	10.77	A5	43 3647
	42	31 22	25.2	10.84	Fo	
	43	31 25	47.5	10.95	A7	
	44	31 31	24.8	11.32	Ao	
	45	31 54	08.0	12.12	A5	
	46	31 55	28.2	11.33	A5	
	47	31 58	24.0	10.81	A1	
	48	32 02	46.2	11.08	F6	
	49	32 32	27.7	10.53	F2	
	50	32 54	40.5	10.95	MoV	44 3510
	51	33 15	43.8	10.54	B8	
	52	33 29	46.5	9.82	G5 IV	44 3512
	53	33 37	37.5	10.43	F2	44 3513
	54	33 57	53.7	10.60	A5	44 3515
	55	34 20	45.7	9.88	G8 III	44 3516
	56	34 48	42.6	10.82	A1	
	57	34 54	24.6	10.33	A3	44 3517

+44°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
58	20 ^h 34 ^m 57 ^s	44°07'5	11 ^m .19	G5	
59	35 02	55°0	10.27	B8	
60	35 20	54.4	11.53	A4	
61	35 29	45.0	10.91	A3	
62	35 37	22.5	9.69	G5 IV	44° 3521
63	35 54	53.8	—	Ko;	44 3522
64	36 09	24.0	10.39	B9	
65	36 22	37.2	10.08	Ao	
66	36 38	46.0	11.02	F2	
67	36 51	28.2	—	G8 V	44 3525
68	37 02	37.5	10.96	Go	
69	37 03	48.7	9.99	Fo	44 3529
70	37 09	59.7	11.20	Go	
71	37 10	51.0	11.17	K2	44 3530
72	37 18	41.3	10.75	A2	
73	37 29	49.3	11.60	A1	
74	37 30	28.9	10.75	F2	44 3533
75	38 21	51.4	10.36	F2	44 3536
76	39 05	42.8	10.56	A3	44 3539
77	39 29	57.0	9.39	A2	44 3540
78	41 42	50.2	9.39	G8 IV	44 3555

+45°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	20 ^h 19 ^m 38 ^s	45°23'8	11.58:	G8 IV	
2	19 39	37.9	9.34:	A3	45 3150
3	19 57	24.7	11.04:	Ao	
4	20 06	42.6	11.52:	B-A	
5	20 12	43.8	11.31:	B9	
6	20 36	27.5	11.67:	Fo	
7	20 45	11.8	11.20:	F8	
8	20 57	19.6	10.43	Go	45 3157
9	21 13	43.6	10.44	F6	45 3159
10	21 16	51.7	—	F2	45 3160
11	21 32	28.8	8.79:	Fo	45 3161
12	21 39	12.7	10.74	F6	
13	21 50	59.8	9.90	A5	45 3162
14	22 03	29.2	9.53	B9	45 3164
15	22 12	15.7	—	G2	44 3454
16	22 39	48.3	9.28	A3	45 3169
17	22 42	30.1	11.03	G8	
18	22 57	28.2	9.41	B9	45 3171
19	23 06	18.1	—	B5	45 3172
20	23 17	52.6	10.97	F2	
21	23 31	22.0	11.32	A1	
22	23 34	05.3	11.23	Go	
23	23 36	37.8	10.27	A2	45 3174
24	23 54	07.0	11.85	B8	
25	23 57	58.3	10.94	F2	
26	24 14	23.2	11.44	A2	
27	24 29	42.0	11.45:	G5	45 3177
28	24 33	15.0	9.77	K5 II	194862
29	24 57	21.4	—	A2	
30	25 07	37.5	10.90	G8:III	453180
31	25 32	31.5	9.54	K3 I	
32	25 47	38.8	9.65	Ao	45 3185
33	26 12	28.0	11.07	A2	45 3187
34	26 15	36.7	10.46	A5	
					90
					34 15
					10.91
					A2

+45°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
91	20 ^h 34 ^m 24 ^s	45°21'4	11 ^m .59	F2:	
92	34 25	09.1	11.88	Ao	
93	34 36	36.0	11.72	B9	
94	34 43	24.0	11.73	G8:	
95	35 03	20.0	10.49	B8	
96	35 05	44.2	11.40	A1	
97	35 14	06.7	10.84	A5	
98	35 24	36.8	8.93	B8	45°3229
99	35 26	12.0	9.91	F2	44 3520
100	35 33	27.8	11.20	K3 III	
101	35 36	22.2	11.82	A4	
102	35 52	54.0	11.24	B9	
103	35 54	47.5	11.61	A2	
104	35 59	55.6	11.63	A7	
105	36 09	33.7	11.70	A3	
106	36 12	25.0	—	B9	
107	36 25	46.5	11.26	F2	
108	36 30	48.1	11.22	Go	
109	36 39	58.2	11.18	B9	
110	37 02	43.5	10.91	Ao	
111	37 18	02.0	—	G8 V	44 3531
112	37 24	45.2	11.22	A2	
113	37 30	47.8	11.50	A1	
114	37 36	48.0	10.91	B5 V	
115	37 51	22.5	10.71	F8	
116	37 54	05.2	10.94	K5 III	44 3535
117	38 06	36.0	9.23	Ko III	45 3234
118	38 12	55.5	11.55	G8	
119	38 20	03.7	10.57	Go	44 3537
120	38 24	54.2	10.60	Go	
121	38 44	44.7	10.79	F2	
122	38 50	55.0	11.80	Ao	45 3236
123	39 18	56.2	10.74	A5	
124	40 09	49.5	8.64	B2 V	45 3242
125	40 11	55.6	11.25	B9	
126	40 13	10.6	9.30	Go	44 3545
127	40 15	16.0	10.09	A3	44 3546
128	40 16	37.0	10.28	A2	
129	40 43	48.7	11.33	B9	
130	40 48	43.0	9.47	B3 I	45 3246
131	41 02	09.5	—	F0	44 3549
132	41 19	05.2	12.54	A2	44 3550
133	41 32	56.5	9.97	B9	45 3248
134	41 39	42.0	9.72	F5	45 3249
135	41 48	21.4	10.40	B9	
136	41 52	18.8	11.59	A2	
137	42 04	04.8	10.14	A5	44 3559
138	42 09	58.8	11.05	G5: V	45 3253
139	42 16	42.1	11.54	A7	
140	42 43	58.6	11.23	Ao	
141	42 44	24.2	10.11	Ao	45 3254
142	42 48	43.5	11.30	B9	
143	43 27	34.0	8.85	B8	45 3256
144	43 30	49.9	11.40	F2	
145	43 36	46.8	11.70	B9	
146	43 52	33.4	9.81	Ao	45 3259

+46°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	20 ^h 19 ^m 58 ^s	46°13'8	10 ^m .16	B9	
2	20 08	11.2	10.96	A7	
3	20 30	56.6	10.28	G8 III	46°2926
4	20 33	09.7	—	A2	45 3154
5	21 05	03.7	11.74	M2 III	45 3158
6	21 06	41.5	11.51	F8	
7	21 24	54.7	12.15	G8	
8	21 54	13.5	9.90	G8 III	45 3163
9	22 06	46.6	10.98	B8	
10	22 09	07.9	10.08	K5 I-II	45 3166
11	22 13	50.7	11.50	B9	
12	22 18	23.7	11.17	F2	
13	22 23	15.5	11.46	B8	
14	22 33	01.9	10.12	A1	45 3168
15	22 45	53.3	10.43	F6	46 2930
16	22 48	19.5	11.31	Go	
17	22 50	31.0	12.20	M5	
18	22 54	07.0	9.08	F5	45 3170
19	23 00	49.2	11.02	B9	
20	23 09	23.3	—	B9	
21	23 12	53.1	11.17	G8 III	46 2931
22	23 24	01.6	8.71	F2	45 3173
23	23 27	25.6	10.97	A2	
24	23 35	54.0	—	A1	46 2933
25	23 38	41.1	10.60	A7	
26	23 42	18.6	10.56	Ko III	45 3175
27	23 51	06.1	9.88	A2	45 3176
28	24 09	10.8	10.53	B8	
29	24 12	14.5	11.01	Go	
30	24 20	18.7	11.91	B8	
31	24 33	04.8	10.00	Ao	
32	24 35	48.7	9.67	B9	46 2934
33	24 42	03.0	11.58	A1	
34	24 42	37.3	11.81	F6	
35	24 50	51.4	9.24	Ao	46 2936
36	24 53	05.8	10.18	G5	45 3179
37	25 04	09.1	11.08	B9	
38	25 09	26.2	11.06	A7	
39	25 23	01.6	10.16	Fo	45 3182
40	25 43	43.5	11.71	B8	
41	25 45	11.2	11.72	F8	
42	25 56	43.6	10.92	G2	46 2941
43	26 00	09.0	11.29	G8 IV	
44	26 03	34.2	11.19	G5	
45	26 05	15.3	10.59	F6	45 3188
46	26 08	56.2	11.91	A4	
47	26 15	43.3	11.74	A2	
48	26 17	09.8	10.73	F2	
49	26 33	30.7	—	A1	46 3038
50	26 39	09.2	10.19	B9	45 3190
51	26 49	35.7	11.62	B8	
52	27 12	57.5	11.31	A5	
53	27 30	21.0	10.03	B3 III	46 2946
54	27 39	52.9	10.96	B8	
55	27 43	30.0	9.93	B3 III	46 2948
56	27 48	54.0	10.35	A7	46 2950
57	28 09	22.3	11.24	Ao	

+46°

№	α_{1950}	δ_{1950}	пп_g	Sp	HD BD
58	20 ⁵ 28 ^m 26 ^s	46°59'8	10 ^m .52	G0	46°2951
59	28 37	10·6	11·22	A3	
60	28 42	24·0	10·15	A0	46 2952
61	29 11	10 5	9·80	B9	45 3201
62	29 12	37 0	10·05	G8 III	46 2950
63	29 17	23 5	11·39	G8	
64	29 39	33 4	9 03	B9	46 2960
65	29 42	11 0	10 75	F5	45 3204
66	29 43	43 4	9 64	F8	46 2961
67	29 54	59 5	10·60	G5 III	46 2962
68	30 04	59 0	10·01	B8	46 2963
69	30 05	09 4	10·30	G5 V	45 3207
70	30 11	26 5	11·63	F5	
71	30 18	51·7	11·49	B5	
72	30 24	30·8	12·15	K	
73	30 30	05·8	10·08	F8	45 3209
74	30 40	21·7	10·66	B9	
75	30 50	44·2	11·07	B9	
76	30 54	21 0	11·49	A0	
77	31 05	48·9	11·45	B9	
78	31 16	25·5	10·93	F8	19 6018
79	31 29	42·0	10·08	A7	46 2967
80	31 34	43·5	9·55	B9	46 2968
81	31 36	59·8	9·10	K2 III	196090
82	31 56	34·5	10·90	K2 III	46 2971
83	31 57	46·0	10·74	B9	
84	31 59	25·5	11·21	B8	
85	32 06	49·5	9·29	G5	46 2975
86	32 24	57·0	—	F2	
87	32 41	20·2	10·87	B8	
88	33 07	13·2	10·68	F2	45 3220
89	33 24	21·4	11·29	A0	
90	33 28	35·2	11·88	A7	
91	33 38	39·7	10·89	B0:	
92	33 56	51·7	—	G8 III	46 2987
93	34 15	09·7	10·41	K3 II	45 3226
94	34 21	18·6	10·36	B8	45 3227
95	34 27	28·6	11·02	B9	
96	34 30	34·8	9·89	G2 IV	46 2988
97	34 36	58·5	10·53	A3	
98	34 38	06·6	9·91	A2	45 3228
99	34 39	19·8	11·07	B9	
100	34 49	57·4	10·78	B8	
101	34 54	52·8	9·98	F5	46 2990
102	35 02	20·5	—	A3	
103	35 12	01·6	10·74	F0	
104	35 26	52·0	11·12	A2	
105	35 38	59·2	—	F0	
106	35 49	43·2	11·28	B9	
107	35 51	08·2	10·88	G0	
108	36 01	37·4	11·36	B9	
109	36 05	29·2	9·41	B3 V	46 2991
110	36 17	59·8	9·69	A1	46 2992
111	36 21	04·0	9·67	B8	45 3231
112	36 30	38·5	10·70	K5 III	46 2994
113	36 43	23·0	10·02	B8	46 2995

+46°

№	α_{1950}	δ_{1950}	пп_g	Sp	HD BD
114	20 ¹¹ 36 ^m 59 ^s	46°36'4	9 ^m .78	A3	40°2997
115	—	37 17	04·5	A3	
116	—	37 22	39·0	M5 V	46 2998
117	—	37 33	36·1	B3 III	46 2499
118	—	37 45	56·5	F5:	
119	—	37 54	19·5	A3	
120	—	38 00	54·7	K5	
121	—	38 16	49·8	A3	46 3002
122	—	38 29	16·5	A5	
123	—	38 29	42·7	F6	
124	—	38 30	39·6	F5	
125	—	38 44	21·7	B9	
126	—	38 45	45·0	G2	46 3007
127	—	38 53	34·5	B1 I	
128	—	38 59	16·3	A5	
129	—	39 04	53·1	Ko III	
130	—	39 06	12·3	B9	
131	—	39 06	45·1	B-A	
132	—	39 13	41·2	A1	46 3009
133	—	39 23	44·2	F2	46 3011
134	—	39 27	54·1	F6	46 3012
135	—	39 45	33·0	Go	
136	—	39 56	54·0	B8	
137	—	39 59	46·5	Ao	
138	—	40 17	57·0	B-A	
139	—	40 22	41·5	G8 IV	46 3013
140	—	40 30	07·8	B9	45 3244
141	—	40 34	25·6	B5 V	46 3015
142	—	40 41	50·0	B5 IV	
143	—	40 42	18·0	F6	
144	—	40 54	56·6	B8	46 3018
145	—	40 57	23·2	K2 III	46 3017
146	—	41 02	15·0	B5	
147	—	41 13	53·5	F0	
148	—	41 35	36·3	B8	
149	—	41 39	22·5	B9	46 3022
150	—	42 00	56·8	A1	46 3024
151	—	42 02	39·7	F2	46 3026
152	—	42 03	28·5	B9	46 3025
153	—	42 07	48·3	Ao	46 3028
154	—	42 08	38·5	F2	46 3029
155	—	42 20	19·7	B-A	
156	—	42 29	24·2	G5	46 3030
157	—	42 31	06·0	Ko	
158	—	42 52	53·5	A3	
159	—	42 54	48·7	Ao	46 3032
160	—	43 05	57·6	A4	46 3034
161	—	43 33	11·5	F0	
162	—	43 51	25·5	K2 II	46 3036
163	—	43 57	09·4	O-Bo 1	45 3260
164	—	44 05	00·1	M3 III	197997
165	—	44 06	10·57	F5	45 3263
166	—	44 28	06·0	A3	45 3266
167	—	44 30	43·0	A3	46 3039
168	—	44 35	02·7	B3	45 3267
169	—	45 06	46·5	Go	46 3041
170	—	45 07	35·2	F0	
171	—	45 09	27·5	A5	46 3042
172	—	45 15	33·0	B5	46 3043

+47°

N _o	α_{1950}	δ_{1950}	mpg	Sp	BD HD
1	20 ^h 20 ^m 14 ^s	47°02'0	—	B9	
2	20 22	01·4	9 ^m .83:	F6	46 2924
3	20 27	04·6	10·74:	A2	46 2925
4	21 26	23·2	9 34:	G5 III	194301
5	21 36	03·0	12·09	G8	
6	21 41	19·4	10·41:	G8 III	47 3092
7	22 21	08·2	10·73	A2	46 2928
8	22 59	34·2	11·47:	B8	
9	23 27	27·7	11·57:	G5	
10	23 31	42·0	10·98:	G0	47 3102
11	23 36	16·5	10·27	F0	46 2932
12	24 05	31·0	11·30	B9	
13	24 24	28·5	9·80	G0	
14	24 27	14·9	10·14	A3	
15	24 43	40·8	11·08:	B8	
16	24 45	05·2	9·09	G5 IV	46 2935
17	24 53	21·1	10·01	G8 III	47 3109
18	25 02	14·2	9·63	B8	46 2937
19	25 18	42·5	10·60:	A5	
20	25 30	28·5	—	A2	47 3111
21	25 35	49·7	11·01:	G5	
22	25 39	14·9	10·94	K2 III	46 2939
23	25 40	04·5	10·97	F2	46 2938
24	25 43	10·5	11·07:	B9	
25	26 07	23·4	10·15	B8	
26	26 35	34·8	11·32	A3	
27	26 36	55·7	9·20	K3 III	47 3115
28	26 43	30·0	11·15	B8	
29	26 48	47·2	11·47:	K2 I	47 3116
30	26 53	07·0	11·38:	B9	
31	26 54	03·0	11·38	Ko III	46 2345
32	27 02	42·7	11·43	G2	
33	27 14	38·0	11·45	A2	
34	27 37	42·0	10·53	B9	47 3122
35	27 42	09·5	11·16	G8	46 2949
36	27 45	23·1	9·96	G8 III	47 3123
37	27 46	07·0	10·48	G2	
38	28 15	54·6	10·18	F8	47 3126
39	28 21	56·5	8·87:	B3	47 3127
40	28 24	19·8	9·98	Ao	47 3128
41	28 43	30·0	11·67	A7	
42	28 55	41·2	9·10:	O-Bo	
43	28 57	21·8	11·77	B8	
44	29 08	03·5	10·22	F0	46 2955
45	29 08	44·5	—	A1	
46	29 16	42·0	11·55	Ao	
47	29 21	07·6	10·31	Ao	
48	29 38	21·7	10·89:	Ko III	46 2957
49	30 33	19·5	12·00:	B9	47 3130
50	30 36	19·3	11·47	A5	
51	30 37	46·6	—	B8	47 3133
52	30 38	34·3	10·98	F6	
53	30 51	06·0	11·13	B8	
54	30 53	20·2	11·88	A7	
55	31 00	48·8	11·56	B8	
56	31 15	34·0	10·49	A3	
57	31 26	51·0	11·21	A3	

+47°

N _o	α_{1950}	δ_{1950}	mpg	Sp	HD BD
58	20 ^h 31 ^m 52 ^s	47°55'8	11 ^m .37:	A5	
59	31 57	33·4	—	A3	
60	31 57	07·6	9·18:	A2	46° 2973
61	31 59	50·7	11·32	B8	
62	32 06	03·6	—	A3	
63	32 08	25·0	11·19	A1	
64	32 09	05·2	10·71	F0	
65	32 20	30·6	11·75:	A2	
66	32 23	22·3	10·27	F0	
67	32 26	53·2	9·32:	F2	47 3141
68	32 50	04·0	—	F	
69	33 04	01·9	11·78	B8	
70	33 08	28·5	11·66	B9	
71	33 19	53·5	11·01:	G5:	47 3143
72	33 24	09·0	9·65	B9	46 2985
73	33 36	13·8	10·80	F0	
74	33 38	58·5	10·69	Ao	47 3142
75	34 00	34·8	10·56	B5	
76	34 08	50·2	9·75	G8	47 3145
77	34 15	52·8	10·28	Go	47 3146
78	34 21	19·1	11·78	A3	
79	34 30	40·5	10·97	B8	
80	34 48	07·9	9·41	K2 II	46 2989
81	35 04	17·4	11·07	B3:	
82	35 11	50·5	12·24:	A1	
83	35 23	43·5	11·39	Go	
84	35 30	25·8	10·66	A2	
85	35 36	31·6	—	B3	47 3148
86	35 51	51·4	11·48:	G5 IV	
87	35 59	38·2	9·85	B9	47 3150
88	36 06	25·6	10·95	A3	
89	36 14	19·6	11·89	A1	
90	36 19	37·6	10·30	F5	
91	36 22	01·3	10·84	F0	
92	36 30	34·5	10·31	A2	
93	36 45	01·0	11·06	G8	46 2996
94	36 53	32·2	10·43:	B9	
95	36 58	20·0	11·97	A3	
96	37 11	19·6	12·15	A3	
97	37 12	51·7	10·99	Ao	
98	37 17	53·2	11·94	A3	
99	37 18	15·6	11·69:	G5	
100	37 32	58·5	11·66:	A2	
101	37 33	03·4	11·78:	A5	
102	37 38	21·0	10·98	B8	
103	37 49	10·4	9·88	Go	
104	38 03	54·4	10·00	G5 III	47 3160
105	38 21	54·7	10·16:	Bo I	47 3162
106	38 21	24·7	10·00	B9	47 3161
107	38 29	00·4	9·75	B9	46 3005
108	38 45	07·5	9·61	B9	46 3006
109	38 45	30·7	9·24	A1	47 3163
110	38 58	27·0	10·27	B9	47 3164
111	39 08	07·0	11·42	Ao	
112	39 11	33·6	—	B9	47 3165
113	39 19	17·2	10·83	F8 I	16 3010

+47°

N _o	α_{1950}	δ_{1950}	m_p	Sp	HD BD
114	20 ^h 39 ^m 26 ^s	47°30'1	11 ^m .51	F6	
115	39 42	48-1	10-98:	B5 III	
116	40 15	33-7	11-31	G5:	
117	40 19	22-5	10-57	B3 III	17°3168
118	40 22	07-0	10-87	B9	
119	40 52	30-0	10-66	F2	
120	41 10	43-5	10-91:	K2 II	17 3170
121	41 14	04-5	9-78	A5	46 3021
122	41 22	32-8	9-86:	B5	47 3172
123	41 31	24-7	12-47	K	47 3173
124	41 36	02-2	10-64	A2	
125	41 37	30-4	11-92:	A2	
126	41 51	14-2	10-41	B3 IV	46 3023
127	42 05	21-0	9-71	F8	47 3177
128	42 09	06-4	11-38	B8	
129	42 50	07-0	11-64:	K2	46 3031

+48°

1	20 ^h 29 ^m 18 ^s	48°04'3	10-55:	A2	
2	29 53	05-2	10-72:	F6	
3	30 40	03-4	9-93:	F6	47 3134
4	31 00	16-3	10-53:	F6	47 3138
5	31 33	18-0	10-70:	B9	47 3140
6	31 33	06-0	11-44:	B9	
7	31 39	07-3	11-40	K2	47 3139
8	32 50	08-8	9-09:	A5	
9	33 09	19-3	10-95:	A7	
10	33 18	18-0	9-72:	A5	47 3144
11	36-29	06-4	—	B9	
12	36-32	02-8	11-25:	Ao	
13	36-50	05-1	10-37:	G2	
14	37-05	06-5	10-55	Ao	47 3156

У ЧАСТОК II (Лебедь; тум. 32 по [5])

+41°

N _o	α_{1950}	δ_{1950}	m_p	Sp	BD HD
1	20 ^h 22 ^m 49 ^s	41°52'9	10 ^m 49	K5 I-II	41°3734
2	25 8	59-3	—	F8	41 3753
3	26 15	58-6	8-79	B8	41 3761
4	28 5	51-8	11-46	A7	
5	28 32	51-2	11-09	F2	
6	29 19	54-3	9-90	A4	41 3785
7	31 45	53-9	10-39	B9	41 3801
8	32 2	59-7	10-54	Ko III	41 3806
9	33 5	59-3	11-24	G	41 3812

+42°

I	20 ^h 17 ^m 30 ^h	42°43'5	—	A2	42°3689
2	17 44	38-1	—	B8	42 3691
3	17 47	52-9	—	Ao	
4	17 52	57-8	11-46	A	
5	18 32	57-9	11-02	G5	42 3698
6	18 34	27-3	—	Ao	42 3699
7	19 00	24-5	—	Ao	19 3838
8	19 27	46-9	11-54:	A3	
9	19 41	27-0	10-98	A2	42 3707
10	19 43	50-8	10-65	Go V	42 3708
11	19 45	25-7	11-05	Ko III	42 3709
12	19 50	57-0	11-53:	A7	
13	19 51	30-0	11-84	Fo:	
14	20 05	24-3	11-88	F2	
15	20 06	43-4	11-68	F5	
16	20 11	47-9	11-56	F2	
17	20 14	51-9	11-81	A5	
18	20 19	31-9	11-60	K7	42 3712
19	20 32	40-2	11-45	Ao	
20	20 35	40-5	9-27	Fo	42 3714
21	20 44	24-4	10-32	Ao	42 3715
22	20 45	40-6	—	A5	
23	20 46	40-6	—	A5	
24	20 53	56-7	11-37	F2	
25	20 56	23-2	10-10	K3 II-III	42 3716
26	20 56	36-9	11-40	Fo	
27	20 59	27-9	11-20	F5	42 3717
28	21 04	26-3	12-10	A2	
29	21 11	21-5	10-80	G5	42 3719
30	21 18	43-3	10-29	Fo	42 3720
31	21 20	21-9	9-88	F8	42 3723
32	21 33	5-7	9-18	A1	41 3720
33	21 41	12-9	11-24	F2	41 3724
34	21 43	20-5	11-54	A3	
35	21 47	37-5	11-69	F2	42 3730
36	21 56	55-2	11-43	F2	
37	22 01	30-4	11-59	A1	
38	22 02	10-8	10-68:	M2 V:	41 3728
39	22 10	22-9	10-26	F5	42 3731
40	22 16	11-2	12-17	A5	

+42°

№	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
41	20 ^h 22 ^m 24 ^s	42°31'.2	10 ^m .69	K ₃ V	42° 3732
42	22 26	6.3	11.32	A ₅	
43	22 30	38.4	11.72	F ₂	
44	22 32	8.0	9.35	B ₃ V	41 3731
45	22 35	6.3	9.02	A ₀	41 3732
46	22 38	21.8	9.44	A ₀	42 3733
47	22 50	4.4	10.29	B ₉	41 3736
48	22 53	55.2	11.49	—	
49	22 58	38.0	11.33	A ₇	
50	23 02	13.3	8.85	A ₀	41 3737
51	23 05	48.0	11.14	M ₂ III	42 3736
52	23 16	22.6	11.15	A ₂	
53	23 21	9.6	10.82	B ₈	41 3738
54	23 23	58.0	11.21	F ₂	
55	23 32	18.4	10.44	B ₈	194708
56	23 32	57.0	11.42	K ₀	42 3739
57	23 33	38.7	11.73	A	
58	23 34	55.0	11.46	A ₇	
59	23 39	17.9	10.51	A ₃	41 3743
60	23 39	48.5	19.84	F ₂	
61	23 57	28.2	9.62	B ₀	42 3741
62	24 09	48.8	11.19	G ₂	
63	24 14	56.3	11.40	K ₃ III	42 3744
64	24 15	19.8	11.63	B ₉	
65	24 16	1.4	10.41	B ₈	42 3748
66	24 31	20.9	11.61	B ₈	
67	24 33	45.4	10.37	F ₅	42 3746
68	24 35	27.7	—	B ₀ V	42 3745
69	24 40	29.1	11.23	A ₅	
70	24 55	1.5	9.82	B ₈	41 3750
71	25 02	16.8	9.35	F ₆	41 3751
72	25 02	42.3	9.04	A ₁	42 3747
73	25 12	36.9	11.53	Fo	
74	25 24	44.3	11.48	G ₅	
75	25 37	45.3	8.86	K ₂ II	42 3753
76	25 45	57.8	11.96	A ₀	
77	25 52	12.8	11.97	A ₂	
78	25 55	4.6	11.11	F ₂	
79	26 08	12.4	11.34	Fo	
80	26 09	46.0	10.55	G ₀ V	42 3755
81	26 31	39.1	10.48	B ₉	
82	26 32	15.8	11.27	B ₅ III	41 3762
83	26 42	35.9	11.08	A ₂	
84	26 58	59.3	10.55	B ₀ I	42 3760
85	26 59	21.9	9.91	B	
86	27 08	3.1	11.37	Fo	
87	27 08	26.1	11.42	A ₇	
88	27 13	45.4	11.49	A ₂	
89	27 24	33.8	9.10	A ₀	42 3762
90	27 25	7.2	—	K ₀	
91	27 34	48.2	9.32	Ko III	
92	27 54	8.6	11.04	A ₂	
93	28 06	15.0	10.95	Fo	41 3774
94	28 08	11.3	9.90	F ₅	41 3776
95	28 17	3.8	11.30	F ₈	41 3779
96	28 24	41.1	11.26	A ₁	
97	28 31	24.3	10.58	A ₂	42 3765

+42°

№	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
98	20 ^h 28 ^m 36 ^s	42° 1'.3	9 ^m .76	A ₂	41° 3780
99	28 38	47.9	10.88	A ₈	
100	28 40	8.1	10.73	A ₅	41 3781
101	28 42	44.1	10.51	A ₄	42 3766
102	28 45	18.4	11.70	G ₅	
103	28 49	34.9	9.93	Ko III	42 3767
104	28 52	23.8	11.82	G ₂	
105	28 53	1.5	11.12	K ₇ II	
106	28 54	19.4	11.47	F ₂	41 3782
107	28 56	3.6	11.47	A ₂	
108	28 58	0.9	11.64	A ₂	
109	29 02	28.7	9.50	A ₀	195376
110	29 06	4.6	11.42	F ₆	
111	29 08	51.1	11.52	B ₉	
112	29 15	32.1	10.30	B ₈	
113	29 16	51.4	11.62	F ₂	
114	29 29	12.3	11.50	F-G	
115	29 33	24.8	10.26	A ₂₁	42 3771
116	29 34	41.9	9.84	A ₁	42 3772
117	29 45	21.0	—	M ₅ V	
118	29 46	44.3	10.78	F ₂	
119	29 48	59.2	—	Fo	
120	29 53	17.1	11.80	A ₃	
121	29 54	41.8	—	A ₈	
122	30 02	35.7	9.99	A ₀	42 3773
123	30 08	10.7	10.74	F ₅	
124	30 17	48.0	11.81	Ko	
125	30 35	31.2	11.24	Ko III	42 3776
126	31 05	11.3	—	Ko III	
127	31 07	26.3	11.34	A ₇	
128	31 08	32.5	12.54	B ₉	
129	31 10	13.2	9.31	A ₀	41 3800
130	31 11	21.3	11.37	Fo	
131	31 23	39.0	10.26	A ₀	42 3779
132	31 34	25.5	9.80	B ₉	
133	31 47	47.4	11.78	A ₂	
134	31 56	0.2	11.61	F ₂	
135	31 57	51.3	9.70	G ₅ IV	42 3783
136	32 08	25.9	10.20	G ₈ V	42 3784
137	32 10	26.2	12.68	B-A	
138	32 11	6.5	11.39	F ₅	
139	32 14	5.7	10.71	F ₂	
140	32 18	45.2	11.40	Fo	
141	32 26	50.4	11.47	A ₅	
142	32 30	59.3	—	B ₈	
143	32 33	8.0	11.48	A ₁	
144	32 39	14.2	11.58	K ₅ V	
145	32 40	27.3	12.08	B ₈	
146	32 42	20.8	10.88	A ₈	
147	32 44	12.5	11.44	A ₀	
148	32 45	12.2	11.93	A ₃	
149	32 54	14.9	11.84	K ₂ III	
150	32 57	49.9	11.31	F ₅	
151	33 06	5.0	11.73	A ₁	
152	33 08	36.4	11.77	K ₃	
153	33 18	12.1	11.33	Ko	

+42°

№	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
154	20 ^h 33 ^m 31 ^s	42°42'3	9 ^m .98	B5	42°3792
155	33 32	40·4	9·92	G2:	41 3793
156	33 35	26·7	11·00	G2	
157	33 40	48·6	10·91	G5 IV	42 3794
158	33 54	44·6	12·17	A2	
159	34 01	13·8	11·51	K3 II	41 3819
160	34 06	21·6	11·78	G0:	
161	34 24	50·1	10·82	G2 V	42 3797
162	34 29	54·6	11·11	G2	
163	34 32	6·6	11·79	G0	
164	34 34	4·4	10·85	A2	41 3821
165	34 37	38·9	—	A1	
166	34 56	59·3	11·08	K2 IV	
167	35 03	40·1	12·00	A2	
168	35 08	15·1	10·78	F2	41 3827
169	35 14	57·9	11·36	A5	
170	35 14	36·0	10·12	K5 I	42 3800
171	35 27	44·4	11·18	G8 V	
172	35 30	9·3	10·84	F2	41 3830
173	35 34	39·3	10·24	F8	42 3801
174	35 34	27·4	10·89	A3	42 3802
175	35 44	22·8	9·86	G8 IV	42 3803
176	36 08	50·7	11·44	F8	42 3804
177	36 51	31·6	11·87	G	42 3805
178	36 55	4·5	10·42	A3	41 3839
179	37 02	30·5	11·54	A3	
180	37 08	15·2	11·73	A	
181	37 09	59·5	10·67	F2	42 3812
182	37 25	53·3	11·91	Fo	
183	37 28	29·9	11·88	A7	
184	37 34	53·6	11·82	A3	
185	37 37	29·1	12·19	F-G	
186	38 03	57·8	11·44	B9	
187	38 10	14·3	11·56	F2	
188	38 16	44·1	11·12	F2	42 3817
189	38 24	44·3	10·56	Fo	42 3819
190	38 26	26·9	9·94	Fo	42 3820
191	38 33	22·4	10·96	Ao	42 3822
192	38 51	31·7	11·41	A4	42 3825
193	38 53	58·7	11·39	Fo	
194	38 59	41·9	10·31	F2	
195	39 03	48·9	11·67	G8	42 3826
196	39 25	40·1	10·72	G5 V	42 3828
197	39 29	58·5	12·22	B	
198	39 37	33·7	11·93	F2	
199	39 37	53·7	10·70	G8 IV	42 3829
200	39 45	38·1	11·62	A5	
201	39 49	44·1	11·98	F5	
202	39 53	55·5	10·65	A1	42 3830
203	39 59	57·8	10·89	A2	42 3832

№	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
1	20 ^h 17 ^m 36 ^s	43°57'8	10 ^m .68	B9	43°3565
2	18 08	7·5	9·68	F2	42 3695
3	18 10	37·3	11·59	G	
4	18 13	13·8	10·92	F8	42 3696
5	18 15	48·4	11·05	K7 III	43 3568
6	18 19	21·0	—	Fo	
7	18 39	16·2	10·98	A5	42 3701
8	18 43	19·5	11·46	A7:	
9	19 21	20·5	11·47	A3	
10	19 24	30·8	8·98	A1	43 3573
11	19 29	57·3	10·64	A2	
12	19 35	36·5	10·46	B8	43 3574
13	19 38	1·2	9·55	A0	
14	19 42	45·0	10·35	F5	42 3706
15	19 42	6·5	—	G2	43 3577
16	19 46	5·5	11·52	K5	42 3710
17	19 46	33·5	11·06	A3	
18	19 49	50·7	10·25	G2 V	43 3578
19	19 54	11·5	11·35	F2	
20	19 54	58·4	—	G5 III	43 3579
21	20 17	15·8	10·72	A2	
22	20 24	37·2	9·84	A3	42 3713
23	20 33	39·4	11·24	G5 III	43 3580
24	20 36	26·9	10·65	G8 II	43 3583
25	20 37	12·2	11·76	A3	43 3584
26	20 39	37·5	12·04	B9	
27	20 42	29·3	10·92	Ko III	43 3585
28	20 46	55·9	11·35	A1	
29	20 50	26·7	10·44	G8 III	43 3586
30	20 55	34·3	11·22	G5 V	43 3587
31	20 56	22·2	9·77	Fo	
32	21 13	2·3	10·30	G2	42 3722
33	21 15	24·6	11·82	B9	
34	21 20	4·9	11·40	A5	
35	21 21	26·0	11·85	Ao	
36	21 25	55·4	11·32	G8	
37	21 53	42·5	11·44	G2	
38	22 04	20·7	10·80	F2	
39	22 05	12·8	11·50	Ko	43 3593
40	22 09	48·3	11·14	A7	
41	22 11	46·1	11·48	F6	
42	22 19	58·2	11·61	A5	
43	22 21	6·3	10·91	Ao:	
44	22 28	29·1	10·93	A5	
45	22 30	18·3	10·38	F8	43 3594
46	22 41	5·3	10·31	Ao:	43 3595
47	23 02	10·1	10·04	A1	42 3734
48	23 14	7·5	9·52	A2	42 3735
49	23 16	18·0	11·82	Go	42 3738
50	23 25	29·2	11·84	G2	43 3596
51	23 26	28·5	11·84	B9	43 3597
52	23 30	36·9	10·08	A2	43 3598
53	23 33	45·4	—	A7	43 3599
54	23 34	45·5	—	A3:	43 3600
55	23 35	4·8	11·37	A4	
56	23 55	30·9	9·04	B8	
57	23 57	48·4	9·27	B8	43 3599

+43°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_B	Sp	BD HD
58	20 ^h 24 ^m 13 ^s	43° 0' 8	11 ^m .57	G5	
59	24 19	51.9	11.47	A2	
60	24 22	3.4	11.54	Go	
61	24 27	18.9	10.68	K3 V	43° 3602
62	24 31	15.6	11.22	Go	
63	24 40	23.9	—	B8	
64	24 49	36.2	10.57	A2	43 3604
65	24 53	39.5	10.71	F8	43 3605
66	25 01	4.0	9.12	A5 I	42 3748
67	25 02	42.8	9.27	A5	43 3606
68	25 17	58.8	10.16	G5 IV	43 3608
69	25 29	19.0	10.15	A3	42 3751
70	25 39	6.9	11.41	G2	
71	25 44	56.4	10.97	A2	43 3610
72	25 45	30.5	11.55	G2	
73	25 48	3.1	11.62	A2	
74	25 48	20.1	—	G8	43 3611
75	25 59	27.1	10.62	G8 V	43 3613
76	26 00	18.5	10.32	F8	43 3614
77	26 01	59.3	10.20	Fo	43 3615
78	26 06	43.6	10.98	A1	
79	26 09	35.0	11.12	B5:	
80	26 16	48.7	11.08	K5 I-II	43 3617
81	26 32	14.8	9.18	B9	
82	26 38	42.6	11.67	F-G	42 3757
83	26 42	47.6	11.48	A3	
84	26 44	23.7	10.29	A3	
85	26 44	37.0	11.25	B9	
86	26 45	48.4	11.97	Fo	
87	26 48	32.3	11.60	A3	43 3619
88	26 52	53.2	10.89	B8	
89	26 59	15.0	11.32	B9	
90	26 59	0.9	11.62	A5	
91	27 03	19.8	11.73	A7	
92	27 11	7.7	9.94	G5 V	42 3761
93	27 12	52.1	11.54	A2	
94	27 17	4.9	11.22	F2	
95	27 24	37.7	11.37	F8	
96	27 24	18.9	11.51	F2	
97	27 31	6.4	11.13	F2	
98	27 35	33.2	11.97	K2	
99	27 59	16.7	11.84	A4	
100	28 01	33.6	11.46	Go	
101	28 13	16.2	9.36	G2	42 3764
102	28 16	37.7	10.18	B8	43 3625
103	28 20	49.6	10.44	B9	
104	28 37	50.4	10.98	A2	
105	28 45	42.5	11.03	Ko III	43 3628
106	28 49	32.2	11.26	Ao	
107	28 49	42.8	11.73	Ko	43 3629
108	28 25	36.6	11.82	A1	
109	28 56	22.4	11.38	B8	
110	29 06	18.8	11.64	Ko	
111	29 13	46.8	10.16	G2 V	43 3631
112	29 17	11.9	—	G2	
113	29 19	23.9	10.34	A7	43 3632

Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_B	Sp	BD HD
114	20 ^h 29 ^m 29 ^s	43° 17' 8	10 ^m .41	B9	
115	29 32	41.9	12.73	A1	
116	29 37	57.0	12.06	F2	
117	29 38	0.8	11.56	A2	
118	29 40	34.3	11.02	A8	
119	29 43	37.5	11.76	G	43° 3633
120	29 44	37.8	12.08	G	43 3633
121	29 44	53.2	10.14	G8 III	43 3634
122	29 47	38.3	12.19	B9	
123	29 48	56.7	10.41	F5	43 3635
124	30 01	6.1	10.04	G8 IV	42 3774
125	30 10	56.4	9.51	G 8III	43 3638
126	30 15	42.0	11.04	A1	43 3641
127	30 21	35.8	10.70	F2	
128	30 24	44.9	11.99	K7 V	43 3642
129	30 25	53.4	11.42	G2	
130	30 27	41.0	11.37	A1	
131	30 31	19.6	—	F5	43 3644
132	30 32	33.2	10.25	F8	43 3643
133	30 38	36.4	10.40	Ko III	43 3645
134	30 41	11.8	11.52	F6	
135	30 46	38.5	11.83	A3	
136	30 50	13.1	11.30	G8	42 3777
137	30 56	40.9	11.63	F8	
138	31 04	53.5	12.01	K2	43 3646
139	31 18	48.2	11.44	A1	
140	31 22	54.0	10.68	G2 V	43 3649
141	31 28	58.2	9.93	A7	43 3650
142	31 39	35.8	10.32	A3	43 3652
143	31 41	3.0	9.88	G2 V:	42 3781
144	31 42	36.1	10.43	Ao	43 3653
145	31 54	48.9	11.13	WN5	
146	31 54	4.5	11.56	F5	
147	31 55	17.1	9.68	B9	42 3782
148	32 00	4.3	11.70	A1	
149	32 02	43.8	10.86	Fo	
150	32 08	20.9	10.40	F5	43 3656
151	32 10	3.5	11.42	A3	
152	32 14	23.3	11.65	Go	43 3654
153	32 17	41.3	10.79	F6	43 3657
154	32 20	59.3	10.98	K3 I-II	43 3658
155	32 23	39.8	10.95	G8 III:	43 3659
156	32 32	51.8	11.80	K	
157	32 32	16.5	9.50	F5	42 3785
158	32 42	28.8	12.09	K	
159	32 49	7.0	10.92	K2 f-II	42 3788
160	32 52	1.8	—	F2	
161	33 02	23.3	—	A1	43 3661
162	33 04	54.1	11.76	F2	
163	33 05	29.9	11.89	A2	
164	33 05	8.4	11.45	K3 III	195746
165	33 25	32.7	11.57	Fo	
166	33 39	12.0	10.74	F2	
167	33 44	31.8	12.04	F5	
168	33 52	18.0	10.75	G5 V	42 3795
169	34 04	19.7	12.13	G	
170	34 09	16.9	—	Ko V	42 3796

+43°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
171	20 ^h 34 ^m 14 ^s	43°57'0	12 ^m 02	A3	
172	34 23	18.5	11.53	G2	
173	34 26	51.0	10.06	Go	43 3663
174	34 45	52.9	—	A	
175	34 51	21.3	10.73	F5	43 3665
176	34 57	9.4	9.25	B9	42 3798
177	35 03	32.1	11.58	F8	
178	35 35	38.5	—	Ko III	43 3668
179	35 36	53.3	10.38	B9	43 3669
180	35 49	38.2	—	F8	
181	35 49	19.0	11.80	Go	
182	36 05	57.9	11.14	A5	
183	36 12	13.5	9.27	Ao	42 3808
184	36 36	18.0	12.02	K	42 3809
185	36 39	39.3	10.60	F2	
186	36 46	57.5	10.82	K3 III	43 3674
187	36 46	39.4	9.44	F2	43 3673
188	36 56	15.1	10.02	G8 III	42 3810
189	36 59	2.4	10.12	Fo	42 3811
190	37 02	33.3	12.07	A:o:	
191	37 15	37.7	9.60	Ko III	43 3676
192	37 18	37.5	11.20	G2	
193	37 19	20.1	11.59	F2	
194	37 33	4.1	—	B9	42 3813
195	37 45	6.9	10.16	A2	42 3814
196	38 05	43.3	—	F6	
197	38 15	1.9	10.82	A5	42 3816
198	38 31	55.8	12.06	A	
199	38 37	12.8	9.03	A2	42 3824
200	38 54	12.8	11.40	A3	
201	38 59	32.3	10.73	A5 IV	43 3679
202	38 59	10.1	—	G8 IV	42 3827
203	39 20	38.1	11.05	Fo	43 3682
204	39 22	46.8	11.50	F2	
205	39 31	23.3	12.29	Fo:	
206	39 31	3.1	11.51	G2:	
207	39 43	41.9	10.80	G5	43 3685
208	39 43	8.3	11.53	A5	

+44°

1	20 ^h 17 ^m 12 ^s	44° 3'.0	11 ^m 26	F2	
2	17 19	12.5	10.67	G2 V:	43 3564
3	17 14	46.5	—	G8	
4	17 25	12.7	11.34	G5 V	
5	17 33	5.9	11.56	Fo	
6	17 44	24.8	11.85	A2	
7	18 17	9.9	10.32	A3	43 3569
8	18 20	24.3	11.20	F2	
9	18 33	25.6	11.71	A2	
10	18 40	11.8	11.32	A3	
11	18 40	23.4	10.35	A1	44 3431
12	18 52	7.4	11.29	G8 fV	43 3572
13	19 8	39.6	11.02	F6	
14	19 18	27.0	9.66	Ko V	44 3436
15	19 42	40.5	9.94	F6	44 3437
16	19 50	7.2	11.30	A7	

+44°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
17	20 ^h 20 ^m 21 ^s	44°17'.5	10.78	B8	
18	20 50	44.3	10.05	G5 IV	44 3443
19	20 59	0.8	11.70	F6	43 3589
20	21 3	17.5	11.55	Fo	
21	21 4	28.5	10.24	F2	44 3444
22	21 12	38.6	9.59	B8	43 3591
23	21 15	14.9	9.92	Ao	43 3590
24	21 17	4.9	12.25	M	43 3592
25	21 23	6.4	11.67	K3 I-II	
26	22 8	5.3	11.14	F5	
27	22 3	33.4	10.24	A3	
28	22 17	2.3	11.89	F2:	
29	22 44	23.3	—	B9	
30	23 36	4.5	11.06	A4	
31	23 56	1.5	11.58	B9	
32	24 16	24.9	11.11	A2	
33	24 27	14.8	11.26	Fo	43 3603
34	24 59	3.3	11.08	F2	
35	25 35	19.2	10.51	A5	
36	25 54	1.8	11.55	K2	43 3612
37	31 8	4.3	10.65	A4	43 3647
38	31 51	6.9	12.00	A5	
39	32 24	3.6	10.53	Ko III	43 3660
40	32 20	6.8	11.82	Fo	
41	33 48	2.1	12.35	G2	
42	35 00	6.5	11.05	G8 III	43 3666
43	35 33	6.7	10.58	A3	43 3667
44	36 01	9.7	10.60	G5 V	43 3670
45	38 34	2.9	11.57	K2	
46	39 00	1.4	11.93	G	93 3680

УЧАСТОК III (Лебедь; тум. 33 по [5])

 $+38^\circ$

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	20 ^h 37 ^m 47 ^s	38°57'8	—	A3	38 4180
2	38 39	58·5	—	A1	
3	38 42	55·2	—	A2	
4	39 48	55·5	10 ^m 02 ^s	—	38 4194
5	42 21	56·9	11·37	F2	38 4212
6	44 26	55·2	11·30	B8	
7	44 27	54·2	11·94	F0:	
8	44 37	56·3	11·38	A1	
9	44 46	59·9	11·92	G8 IV	38 4230
10	45 40	58·2	11·65	F2	
11	45 57	59·3	10·90	A5	
12	46 01	59·9	11·77	A2	

 $+39^\circ$

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	20 ^h 35 ^m 35 ^s	39°38'0	9·89	K5 IV-V	39 4255
2	35 44	38·1	10·96	A1	39 4255
3	35 47	51·3	10·79	G5 III	39 4256
4	36 00	45·5	11·33	G8 III	
5	36 04	44·8	12·35	A2	
6	36 05	56·3	11·37	F2	
7	36 09	54·3	11·45	F5	39 4258
8	36 19	37·3	11·47	F2	
9	36 36	29·3	10·43	A5	39 4262
10	36 36	53·1	11·58	K5 I	
11	36 38	59·3	9·69	B2 III	39 4263
12	36 40	55·4	10·10	B9	39 4265
13	36 50	50·4	12·00	A3:	
14	37 11	26·9	11·34	B8	39 4268
15	37 30	12·0	—	A4	
16	37 34	19·4	9·85	G8 IV	38 4178
17	37 37	51·8	11·78	F-G	
18	37 41	51·5	11·23	F6	
19	37 47	28·0	11·15	G5:	39 4270
20	37 57	54·4	11·96	K2	
21	38 13	44·3	11·38	F2	
22	38 25	47·8	9·63	—	
23	38 30	52·5	9·86	G5 V	
24	38 40	39·8	11·09	K2 III	39 4273
25	38 42	27·7	9·59	F2	
26	38 47	41·9	11·65	A1	39 4275
27	38 50	21·6	11·51	A5	
28	38 56	39·4	12·07	B9	
29	39 03	50·9	11·58	K2 III	
30	39 12	58·8	11·02	F5	
31	39 25	8·8	10·95	A7	38 4189
32	39 35	17·4	10·90	G8 III	38 4193
33	39 38	24·2	11·03	F5	39 4278
34	39 42	39·3	10·21	F2	39 4279
35	39 46	5·0	11·47	Ao	
36	39 51	8·3	10·00	B9	38 4195
37	39 53	57·8	11·81	F2	
38	40 04	42·9	10·73	F2	39 4282

Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей

 $+39^\circ$

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
39	20 ^h 40 ^m 05 ^s	39°57'6	—	I1m49	G2
40	40 16	19·3	—	I1·48	Go:
41	40 21	—	49·7	9·63	Ao
42	40 27	—	21·3	10·54	F6
43	40 34	—	21·1	11·31	Ao
44	40 37	—	3·1	11·68	A5
45	40 43	—	19·8	10·88	A5
46	40 47	—	36·5	I1·44	38 4198
47	40 53	—	10·9	11·61	K3 I
48	40 53	—	38 1	11·47	—
49	40 59	—	44·9	I2·34:	F-G
50	40 59	—	34·2	I1 86	A3
51	41 01	—	22·7	II·25	Ko II
52	41 01	—	38·2	II·88	Ao
53	41 03	—	36·8	II·71	Go:
54	41 06	—	3·4	II·79:	A5
55	41 13	—	18·3	9·92	B9
56	41 26	—	10·4	II·65	Ao
57	41 32	—	6·8	II·62	B8
58	41 34	—	17·1	II·13	Fo
59	41 33	—	32·2	II·03:	Ko III
60	41 33	—	49·5	—	Go
61	41 42	—	16·3	II·68	F5
62	41 51	—	56·9	II·11	F5
63	41 55	—	20·1	II·33	F8
64	41 55	—	8·4	II·65	B9
65	41 57	—	38·5	9·32:	G8 III
66	41 59	—	38·1	II·10	B-A
67	42 01	—	54·2	II·82:	F2
68	42 03	—	0·6	II·59:	B5 III
69	42 09	—	21·0	II·28	B8
70	42 09	—	34·1	II·93	G5 IV
71	42 13	—	16·4	9·87	B5
72	42 23	—	31·8	—	38 4211
73	42 39	—	46·7	II·20	39 4297
74	42 41	—	47·9	II·51	B-A
75	43 00	—	22·5	II·71:	A2
76	43 00	—	56·0	—	F2
77	43 00	—	36·0	9·41	Ao
78	43 08	—	53·1	10·93	F6
79	43 15	—	13·1	II·53	B8
80	43 19	—	25·8	II·91:	A3
81	43 19	—	43·6	10·56	Ao
82	43 23	—	45·5	II·79	A
83	43 25	—	58·5	10·03	B9
84	43 35	—	13·9	II·46	A2
85	43 35	—	2·2	10·56	A5
86	43 37	—	33·3	9·99:	A1
87	43 37	—	20·2	II·58	F8
88	43 39	—	4·5	II·83:	B9
89	43 42	—	33·9	10·57:	K2 III
90	43 42	—	20·1	II·01	G5 V:
91	43 45	—	40·4	II·08	38 4224
92	43 47	—	5·7	—	
93	43 50	—	49·3	II·62:	B8
94	43 51	—	20·9	II·12	A4

+ 39°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
95	20 ^h 43 ^m 52 ^s	39°17'3	10 ^m .41	A3	38 4225
96	43 59	39.8	11.16	G5	
97	44 02	5.2	—	A4	
98	44 07	45.3	11.16:	K2 IV:	39 4309
99	44 11	48.8	11.12	K2 V	39 4310
100	44 24	1.0	11.55	A5	
101	44 26	59.3	10.92	Ko	39 4311
102	44 26	5.0	11.56	G8	38 4228
103	44 29	53.3	11.87:	Ao	
104	44 32	17.2	11.47	K5 III	38 4229
105	44 32	27.2	11.44	K7 V	
106	44 38	50.9	11.36	B9	
107	44 42	44.9	10.29	F5	39 4313
108	44 46	48.0	11.60	F5	
109	44 52	2.7	11.37	F5	
110	44 54	58.6	11.76	F	
111	44 55	15.7	10.98	A2	
112	44 59	54.6	12.04:	A8	
113	45 00	17.9	11.01	Ao	38 4232
114	45 11	29.1	10.63	F5	
115	45 22	55.5	9.55	B9	39 4317
116	45 31	14.7	12.02	F2	
117	45 36	35.9	9.47	A3	39 4318
118	45 38	3.9	10.89	Fo	
119	45 40	13.6	11.78	K	
120	45 45	30.2	11.64	K2	39 4319
121	46 00	47.1	10.96:	G2	
122	46 13	43.3	9.15	G5 III	198312
123	46 25	34.5	11.85	B8	
124	46 26	12.7	11.52	Fo	
125	46 33	55.5	9.11	B9	39 4327
126	46 37	40.3	11.37	B9	
127	46 38	30.9	11.23	Ko III	
128	46 43	30.3	11.85	Ao	
129	46 44	43.9	10.88	Fo	
130	46 51	52.9	11.49	Ko	
131	46 55	23.9	11.73:	B9	
132	47 02	28.6	9.80:	—	39 4329
133	47 05	14.0	10.78	F2	
134	47 20	58.5	10.34	A3	39 4333
135	47 20	51.5	9.53	A3	39 4332
136	47 24	17.9	9.83:	B2 III	38 4241
137	47 30	9.9	11.54	F5	
138	47 33	57.0	11.19:	Fo	
139	47 58	47.7	11.24	F2	
140	47 59	42.7	11.59	Ko III	39 4335
141	48 01	25.5	11.46	Go	
142	48 03	37.0	11.07:	Fo	
143	48 04	51.3	9.56	K7 I	39 4336
144	48 06	46.9	9.34	Ao	39 4337
145	48 08	22.8	12.16:	F8:	
146	48 11	41.9	10.74:	F2	39 4338
147	48 23	24.5	11.63	K2 II-III	39 4340
148	48 27	3.4	11.07:	A2	
149	48 43	40.0	11.37	F8	39 4339
150	49 04	43.7	9.46	A1	39 4344

+ 39°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
151	20 ^h 49 ^m 10 ^s	39°26'.1	10.74:	F2	39 4345
152	49 14	7.4	10.09	F8	38 4251
153	49 29	28.2	9.03	G5 III	19 8783
154	49 32	47.9	8.92	Ao	19 8796
155	49 32	31.9	11.08	F2	39 4348
156	49 45	13.0	10.70	K5 I	19 8797
157	49 52	59.5	—	Ko III	39 4349
158	49 57	12.3	11.78	F2	38 4255
159	50 15	47.2	8.76	A1	19 8897
160	50 50	13.8	—	Ao	
61	50 51	17.1	11.94	A4	
62	50 59	55.4	10.64	F2	39 4352
63	51 11	28.2	11.89	A5	
64	51 25	35.4	11.83	A3	
65	51 37	22.0	11.59	Eo	
66	51 41	54.7	9.90	A3	39 4356
67	51 42	20.2	11.46	F5	
68	51 42	42.8	11.49	F8	
69	51 49	24.4	11.58	K2 III	39 4357
70	52 06	39.2	11.45	A3	39 4358
71	52 10	43.4	11.65	A7	
72	52 14	45.0	11.51	F5:	
73	52 45	33.3	11.08	F2	39 4362
74	52 46	59.4	11.86:	Ao	
75	53 04	52.9	12.40	B9	
76	54 11	44.2	11.68	F2	39 4373
1	20 ^h 35 ^m 05 ^s	40°48'.6	10 ^m 78	G5 III	40 4247
2	35 09	28.2	10.22	F5	40 4249
3	35 11	27.3	11.58	F2	
4	35 34	57.8	11.75	A3	
5	35 49	28.7	9.24	A5	40 4252
6	35 51	46.8	10.84	Fo	40 4253
7	36 09	37.7	10.54	G3 IV	40 4256
8	36 10	59.1	9.73	G5 III-IV	40 4257
9	36 18	0.3	12.40	A1	
10	36 18	11.7	10.73	F5	39 4259
11	36 19	31.5	11.08	B8	
12	36 28	57.7	11.22	B9	
13	36 38	47.0	11.50	F2	
14	36 40	14.2	—	A8	39 4264
15	36 44	59.2	9.49	F2	40 4261
16	36 49	53.7	10.86	F8	40 4263
17	37 02	30.0	11.16	B9	
18	37 07	32.3	11.04	Fo	
19	37 08	6.8	—	G5 iV	39 4267
20	37 10	58.8	11.17	G	
21	37 16	45.3	10.90:	G2 V	40 4264
22	37 17	5.9	11.60:	F5	
23	37 20	9.3	10.71	G5 III	39 4269
24	37 39	25.5	10.27	Go V	
25	37 43	43.5	10.97:	B8	

+40°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
26	20 ^h 37 ^m 50 ^s	40°49'5	12 ^m 22	A4	
27	37 53	30 8	11 71	—	
28	37 56	23 1	11 58	A1	
29	38 05	13 3	11 35	F2	
30	38 13	17 9	11 38	F8	39°4271
31	38 13	24 2	11 45	K7 III	40 4270
32	38 14	47 9	10 53	F2	40 4269
33	38 16	43 4	10 50	K3 III	40 4271
34	38 19	49 4	11 52	G2	
35	38 22	49 8	11 59	Fo	
36	38 40	47 7	11 77	F5	
37	38 56	0 2	10 05	K2 V	39 4276
38	38 56	48 2	10 37	G5 V	40 4275
39	39 04	21 8	11 33	F2	
40	39 08	29 4	11 19	F5	
41	39 20	45 1	9 66	A1	40 4277
42	39 27	41 3	11 68	A2	
43	39 31	41 1	11 45	G3 IV	40 4278
44	39 42	30 6	11 09	A4	
45	39 54	58 2	11 10	K2 II-III	40 4280
46	40 10	3 8	9 06:	A5	39 4283
47	40 15	4 7	11 43:	G	39 4284
48	40 17	45 9	11 44	A1	
49	40 20	30 0	9 04:	G8:	40 4284
50	40 20	57 8	11 70	G8 III	
51	40 25	53 4	11 36	B3 III	
52	40 32	15 5	12 03:	A1	
53	40 34	18 2	10 74	F5	39 4287
54	40 35	6 0	11 42	F2	
55	40 35	36 3	10 45	F2	
56	40 38	28 0	11 36	A7	
57	40 46	1 9	10 86	F2	
58	40 50	51 8	11 37:	F5	
59	40 52	53 6	11 41	B8	
60	41 02	26 5	—	F8:	
61	41 16	49 4	10 13	A2	40 4288
62	41 25	15 0	9 89	Go V	39 4290
63	41 27	16 1	11 79	Fo	
64	41 31	19 5	10 20	B8	
65	41 38	31 2	9 89	K5 III	39 4291
66	41 39	1 2	10 78:	A7	40 4292
67	41 42	42 5	8 94	Ao	40 4293
68	41 52	8 2	10 94	G8 V	39 4294
69	42 09	46 4	10 73	F5	
70	42 13	39 0	9 99	G8 IV	40 4295
71	42 15	53 3	11 89	F5	
72	42 16	18 7	12 26:	A3	
73	42 19	53 1	11 66	A4	
74	42 33	8 2	12 04:	B-A	
75	42 34	16 3	—	Ao	
76	42 36	17 3	10 47	G2	39 4299
77	42 39	6 3	10 86:	F2	
78	42 53	45 3	10 76	A2	
79	42 47	14 8	10 13	A7	39 4300
80	43 02	38 3	10 64	G2	

+40°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
81	20 ^h 43 ^m 08 ^s	40°16'3	10 ^m 60	A8	
82	43 09	13 5	9 55:	M5 III	
83	43 13	0 2	11 21:	F6	
84	43 17	14 9	9 13	A5	
85	43 19	21 3	9 65	Ao	40°4302
86	43 19	42 0	11 85	A2	
87	43 21	32 4	—	A2	40 4303
88	43 27	54 3	9 88	A3	40 4304
89	43 31	35 9	11 37	B8	
90	43 33	0 1	11 26:	B8	
91	43 35	12 4	11 30:	F8	
92	43 35	52 7	11 86	F8	
93	43 40	16 4	11 26:	A3	
94	43 40	52 7	12 12:	F8	
95	43 42	51 1	11 99	Ao	
96	43 45	3 2	9 72	A2	39 4307
97	43 46	29 3	9 83	B9	40 4308
98	43 46	55 4	11 83	A	
99	43 48	12 8	11 41:	F8	
100	43 57	58 3	11 40	K3:	
101	44 07	27 3	12 23:	A1	
102	44 09	42 5	11 73	B5	
103	44 11	3 1	11 39	Ao	
104	44 15	14 6	12 36	A	
105	44 26	5 0	10 99	F5	
106	44 32	14 9	12 01:	Ko	
107	44 36	11 9	11 50:	G2	
108	44 39	8 5	9 42	B9	39 4312
109	44 39	26 2	12 03:	Fo	
110	45 05	25 4	9 79:	A4	40 4312
111	45 09	5 4	10 28	G2 IV	39 4315
112	45 15	26 6	10 89	F2	
113	45 16	1 0	9 37	Ao	39 4316
114	45 24	29 9	11 71	F	
115	45 28	36 9	12 13	A1	
116	45 30	52 9	11 31	A7	
117	45 33	25 4	11 02	Ko	
118	45 37	1 0	11 73	F2	
119	45 40	25 0	12 09	Ko:	
120	45 44	5 3	10 44	F2	39 4320
121	45 46	30 8	11 10	Fo	40 4314
122	45 47	26 6	9 71	A3	40 4315
123	45 47	50 9	11 09	A3	40 4316
124	45 52	52 5	11 03	F6	
125	45 58	10 4	9 69	F6	39 4321
126	46 11	8 6	10 54	K7 III	39 4322
127	46 25	6 8	—	A2	39 4325
128	46 29	22 8	10 50	F5	
129	46 32	8 7	10 74	K2 I-II	39 4326
130	46 34	25 9	10 46	A1	
131	46 40	48 2	9 53	Ao	40 4322
132	46 45	33 6	9 86	G8 IV	40 4323
133	46 54	58 6	9 86	Ko III	
134	46 58	46 9	10 34	A1	40 4325
135	47 01	17 2	—	Go:	
136	47 03	37 2	10 42	F8	40 4326
137	47 05	16 5	—	B8	

+40°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
138	20 ^h 47 ^m 07 ^s	40°55'6	11 ^m .11	A2	40°4324
139	47 08	16·5	12·18	B8	
140	47 09	59·9	11·77	A8	
141	47 09	27·8	—	K2 III	40 4327
142	47 32	38·9	11·75	A3	
143	47 34	37·7	9·73	K2 III	40 4330
144	47 36	32·1	8·79	A5	198525
145	47 37	24·3	10 60	F2	40 4332
146	47 30	54·5	—	F2	40 4333
147	47 56	39·8	11·50	Go	
148	47 58	0·5	9·62	A5	39 4334
149	48 13	19·5	11·21	K2 III	
150	48 20	1·2	11·43	F2	
151	48 25	11·2	11·39	A1	
152	48 26	31·5	10·55	F5	40 4334
153	48 33	1·8	10·43	F2	
154	48 34	12·3	10·12	B8	39 4341
155	48 34	51·6	11·91	Go	
156	48 36	9·0	10·71	G5 V	39 4342
157	48 40	2·9	11·43	G8	
158	48 42	49·9	10·48	G5 V	40 4335
159	48 46	30·8	11·43	Go	
160	49 03	3·0	10·74	F2	39 4343
161	49 08	38·2	11·55	A2	
162	49 16	2·2	11·57	G8	
163	49 27	12·3	11·45	G5	
164	49 35	43·6	10·48	Go	40 4339
165	49 41	34·5	11·84	A3	
166	49 45	54·9	10·13	F2	40 4341
167	50 15	11·1	11·13	A4	
168	50 19	8·7	11·04	F2	39 4351
169	50 34	48·9	9·28	Ao	40 4343
170	51 02	13·3	11·65	F8	
171	51 05	36·3	12·14	B8	
172	51 14	12·3	11·02	G2	39 4353
173	51 21	8·1	8·54	A1	39 9054
174	51 33	8·9	10·86	A1	39 4355
175	51 39	14·0	12·41	B8	
176	51 53	29·3	9·55	A5	40 4346
177	52 05	13·9	10·57	Fo	39 4359
178	52 06	10·7	10·60	Go:	39 4360
179	52 11	30·9	8·89	A7	40 4348
180	52 20	35·8	10·58	F6	40 4352
181	52 21	59·0	—	B8	40 4351
182	52 24	38·7	10·77	G8 III	40 4353
183	52 44	21·6	11·59	F5	
184	52 59	21·3	11·69	G5	39 4363
185	53 00	6·9	11·27	Go	
186	53 03	9·0	10·21	F5	39 4365
187	53 16	42·0	9·61	F5	40 4357
188	53 21	10·9	11·67	Ao	
189	53 27	9·3	11·97	Ko	
190	53 44	9·7	10·60	Ao	39 4372
191	53 47	50·1	—	F2	
192	54 08	57·6	11·55	F	
193	54 10	5·2	12·60	A3	

Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей

189

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
194	20 ^h 54 ^m 17 ^s	40°22'0	11 ^m 90	B9	
195	54 19	15·2	11·58	G2 IV	
196	54 27	44·3	11·86	A5	
197	54 39	56·8	11·74	G	
198	54 42	47·3	11·50	Go V	
199	54 43	6·8	11·36	F8	39°4374
200	54 48	1·4	11·30	Ao	39 4375
201	55 02	17·0	11·55	A2	39 4376
202	55 22	33·2	10·23	Fo	40 4365
203	55 32	38·9	11·54	Go	40 3366
204	55 32	15·0	11·67	G8 III	39 4380
1	20 ^h 34 ^m 37 ^s	41°37'5	9 ^m 94	B9	
2	34 46	37·9	9·88	A2	41 3825
3	34 50	28·4	11·38	F5	
4	34 51	59·3	11·09	F2	
5	34 52	17·9	11·49	Go	
6	34 59	47·2	11·36	A3	
7	35 03	15·8	10·41	G8 III	40 4248
8	35 10	21·6	11·79	B5	
9	35 11	45·9	11·29	G5 III	
10	35 19	32·3	11·14	A7	41 3829
11	35 21	24·7	11·28	G5	
12	35 29	3·0	8·98	B9	40 4250
13	35 43	34·7	11·55	G5 V	
14	35 45	43·2	11·66	F2	
15	35 56	55·2	11·29	Ao	
16	36 03	2·9	9·00	A2	40 4255
17	36 06	5·3	11·02	Fo	
18	36 08	57·3	10·12	F5	
19	36 11	10·4	10·85	B8	
20	36 13	57·0	11·11	Go	41 3831
21	36 19	9·3	10·09	G2 V	40 4260
22	36 29	53·9	9·38	K3 I	41 3836
23	36 41	27·3	11·37	F6	
24	36 42	11·8	11·83	Ao	40 4262
25	36 43	54·3	9·78	A4	41 3837
26	36 55	22·9	11·51	F6	
27	36 55	44·7	11·79	F2	
28	36 56	30·8	10·64	G2 V	41 3838
29	36 58	50·3	10·64	G5 V	41 3840
30	37 05	59·1	11·24	G8 III	
31	37 10	9·9	11·99	A5	
32	37 29	31·0	10·03	G8 III	41 3842
33	37 29	6·9	11·67	F2	
34	37 38	54·4	11·04	F5	41 3844
35	37 39	2·5	11·39	G5	40 4265
36	37 42	27·9	10·74	G5 V	41 3843
37	37 51	58·2	11·08	B9	
38	37 53	4·7	11·62	G	
39	38 01	7·7	11·31	A3	
40	38 08	54·3	10·18	G8 V	41 3846

+41°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{eff}	Sp	BD HD
41	20 ^h 38 ^m 10 ^s	41°15'6	10 ^m .93	F	40°4268
42	38 14	26.7	10.51	F2	41 3847
43	38 16	16.8	12.19	A	
44	38 19	4.4	11.18	K2 III	40 4272
45	38 35	29.1	11.31	F5	
46	38 38	27.9	11.22	A5	
47	38 49	25.9	11.60	F8	
48	38 56	42.3	11.59	F0	
49	38 57	12.8	11.30	B9	
50	38 59	31.9	11.13	K2 I	41 3848
51	39 08	55.7	11.21	A1	
52	39 09	39.6	10.64	F2	
53	39 20	10.9	11.53	G5	
54	39 34	4.0	12.29	A2	
55	39 41	2.0	11.23	F2	
56	39 57	23.1	10.42	A9	41 3854
57	40 01	15.0	10.86	Ko IV	40 4281
58	40 08	10.9	10.71	F2	
59	40 11	16.3	9.62	F2	40 4282
60	40 14	24.8	11.10	A5	41 3857
61	40 21	19.5	10.49	B8	40 4285
62	40 27	20.3	11.54	Go:	
63	40 30	45.3	9.71	G8 III	41 3858
64	40 32	50.8	9.89	Go IV	41 3859
65	40 40	21.3	10.88	B9	41 3861
66	40 44	14.8	9.96	G5 III	40 4286
67	40 47	4.2	—	A2	
68	40 53	33.9	11.57	G2	
69	40 54	57.6	11.23	F8	
70	41 03	20.9	—	B9	41 3862
71	41 13	29.9	11.36	F5	
72	41 19	57.0	9.81	F0	41 3864
73	41 25	30.0	12.24	F2:	
74	41 26	43.3	12.20	K3	
75	41 40	20.9	—	F2:	
76	41 42	8.3	11.22	F0	
77	41 44	16.9	10.94	F8	
78	42 02	43.0	9.78	A3	41 3867
79	42 10	3.3	11.58	B5	
80	42 15	34.4	11.85	F0	
81	42 15	5.1	11.26	G5 III	40 4296
82	42 26	54.3	—	Ko IV	41 3870
83	42 50	44.6	10.91	F8	
84	42 54	19.6	—	F2	40 4298
85	42 59	28.3	11.33	F8	
86	43 01	16.6	10.71	G5 IV	40 4299
87	43 05	53.8	11.53	Go	
88	43 06	25.0	10.67	A5	41 3873
89	43 13	38.7	11.67	F8	
90	43 27	42.2	11.30	G2	41 3874
91	43 34	8.8	9.70	F2	40 4305
92	43 36	30.6	11.04	Go	41 3875
93	43 41	33.7	11.09	F2	41 3877
94	43 43	33.0	11.55	F8	
95	43 45	4.7	10.28	Go V	40 4306
96	43 54	16.5	12.44	A	
97	44 02	7.2	11.45	F2	

+41°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{eff}	Sp	BD HD
98	20 ^h 44 ^m 11 ^s	41°0'.4	11 ^m 40	A3:	
99	44 13	32.1	9.58	A5	41°3878
100	44 16	3.3	10.75	K2 II	40 4310
101	44 25	33.8	9.92	A3	41 3879
102	44 28	37.8	11.75	F5	
103	44 38	51.8	9.87	F5	41 3882
104	44 45	58.2	10.95	A1	
105	44 53	35.8	11.26	F2	
106	44 55	31.5	11.83	G5	
107	44 55	49.1	10.79	F2	
108	45 02	52.8	—	F6	
109	45 30	54.4	10.66	Ko IV	41 3887
110	45 31	38.7	—	A2	41 3886
111	45 49	6.7	11.33:	F8	
112	45 49	38.8	11.60	G8	41 3888
113	45 50	38.1	11.83	G5:	
114	45 56	10.6	11.78	Go	
115	46 00	50.8	10.88	F2	
116	46 08	43.7	11.06	A5	
117	46 10	13.9	9.87	B9	
118	46 13	9.6	—	B8	40 4317
119	46 20	47.5	10.40	G8 III	41 3891
120	46 34	44.0	10.09	A2	41 3892
121	46 39	8.7	11.21	F5	
122	46 39	59.3	11.22	F8	
123	46 40	4.9	10.77	A3	40 4321
124	46 49	55.4	9.69	B3 III	41 3896
125	46 53	54.9	11.66	A2	
126	46 58	37.8	9.62	F5	41 3898
127	47 03	48.3	11.32	K2 III	
128	47 03	19.9	12.04	A3	
129	47 04	38.8	10.66	F0	
130	47 07	55.4	10.19	F5	41 3899
131	47 16	49.8	11.53	G5	
132	47 34	42.3	10.49	F2	41 3900
133	47 53	33.4	10.49	F2	
134	47 56	47.9	10.45	F5	41 3902
135	48 06	32.1	11.65	F8	
136	48 14	3.3	11.76	Go	
137	48 49	24.0	11.53	F8	41 3908
138	48 55	8.2	11.92	K	
139	49 02	2.1	9.87	Ko III	40 4336
140	49 08	56.1	11.20:	Ao	
141	49 11	13.9	10.95:	F5	40 4338
142	49 16	47.9	11.05:	F8	
143	49 25	46.4	12.00	Go	
144	49 32	24.9	10.87	G2V	
145	49 33	26.4	10.66	Go V	41 3911
146	49 41	25.7	10.83:	A5	
147	49 41	11.8	10.53:	B9	40 4340
148	49 55	25.9	10.58	A2	41 3912
149	49 56	11.8	12.04	Ko	
150	50 02	11.5	11.58	F2	
151	50 03	34.6	9.69	B8	41 3914
152	50 03	28.9	10.66	A2	41 3913
153	50 06	48.0	11.37	F5	

+41°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
154	20 ^h 50 ^m 11 ^s	41°43'5	11 ^m 62	F2	
155	50 20	18°4	11·46;	G5	40°4342
156	50 30	57·2	11·84	F8	
157	50 35	54·0	11·39	F2	
158	50 36	18·0	11·85;	F5	
159	50 47	52·2	11·27	G8 V	
160	50 55	5·5	11·79	B9	
161	50 56	44·9	11·14:	Fop	
162	51 06	54·1	9·93	A3	41 3919
163	51 15	10·2	11·28	G5 III	40 4344
164	51 26	30·4	10·96	A3	41 3919
165	51 33	28·0	11·60;	Go:	41 3921
166	51 46	9·6	9·94	Ao	40 4345
167	51 49	26·2	11·83:	K5	41 3923
168	52 04	27·5	—	F	
169	52 08	40·9	11·09	A7	41 3926
170	52 10	8·1	9·62	G8 V	40 4349
171	52 17	6·3	11·25	B9	
172	52 38	55·0	11·75	F2	
173	52 42	5·3	11·98:	G2	
174	53 06	9·1	8·83:	A1	199315
175	53 19	22·2	—	G2	41 3925
176	53 21	57·0	11·81:	G2	
177	53 31	51·6	12·52	G-K	
178	53 39	21·5	12·20	B8	
179	53 39	0·4	—	F5 I	40 4358
180	53 45	25·4	12·19	F2	
181	53 48	20·4	11·33:	A2	
182	54 00	13·0	11·77:	G8 III	40 4359
183	54 08	22·6	9·79	Ao	40 4360
184	54 08	59·3	11·85	G8:	
185	54 17	20·6	11·06	B8	40 4361
186	54 20	4·3	12·07:	F5	
187	54 53	49·8	11·73	A1	41 3939
188	54 55	52·6	12·08:	Ao:	
189	55 08	27·3	10·69:	F	41 3940
190	55 09	0·7	11·66:	A5	
191	55 14	28·2	11·67:	B9	
192	55 20	56·6	9·99:	Go	41 3941
193	55 26	42·9	10·06	Ao	41 3942
194	55 36	15·2	11·83	Go:	40 4367
195	55 48	28·6	11·70:	A2	

+42°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	20 ^h 36 ^m 20 ^s	42°10'5	10 ^m 82:	F8	41 3832
2	36 37	30·2	11·80:	Go	
3	36 48	31·4	12·06:	F2:	
4	36 55	4·4	10·25	A2	41 3839
5	37 00	30·4	11·19:	Fo:	
6	37 08	15·0	11·50	A2	
7	37 27	30·0	11·88:	A3	
8	38 04	9·4	—	G	
9	38 10	14·3	11·66	F2	
10	38 13	13·5	12·22	G	

+42°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
11	20 ^h 38 ^m 15 ^s	42°44'3	11 ^m 24:		
12	38 20	17·7	12·39	F5	42°3817
13	38 23	44·1	10·38:	F2	42 3819
14	38 31	9·2	11·91	F5	
15	38 33	22·3	10·63	Ao	42 3822
16	38 39	9·2	12·33		
17	38 47	18·4	11·99	G8:	
18	38 51	31·7	—	A3	42 3825
19	38 58	41·8	10·12	F2	
20	39 11	19·9	11·03	A2	
21	39 16	18·6	11 02:	Go	41 3851
22	39 21	20·3	12·51:	B8	
23	39 25	40·2	10·41	G2 III	42 3828
24	39 39	33·8	11·41	F5	
25	39 39	1·2	11·23	A4	
26	39 44	17·8	11·32:	A5	
27	39 44	38·3	11·42	A7	
28	39 51	32·1	11·15:	F2	
29	40 16	24·8	10·98	A1	
30	40 34	20·6	10·62	F5	41 3860
31	40 50	24·0	10·20	A3	42 3836
32	40 52	36·8	10·87	F5	42 3837
33	41 02	1·4	11·31	Fo	
34	41 05	23·8	9·34	A7	42 3838
35	41 08	6·4	10·25	G5 IV	41 3863
36	41 12	29·8	10·37	G2 V	42 3840
37	41 27	42·2	10·24	A4	42 3843
38	41 28	27·3	10·21	Ko III	42 3842
39	41 36	5·2	10·63	K3 III	41 3865
40	41 44	32·7	10·93	Ko III	42 3844
41	42 05	3·8	—	G8 III-IV	
42	42 19	48·8	10·85	A5	
43	42 22	25·7	11·57	F8	
44	42 23	8·2	11·32	A1	
45	42 34	19·8	11·41	F2	
46	42 49	5·2	10·92	Fo	41 3871
47	43 00	23·8	12·56	Go	
48	43 13	1·7	10·83	F2	
49	43 25	32·3	12·17:	A3	
50	44 05	15·0	10·85	A2	
51	44 27	4·3	9·90	Ao	
52	44 28	19·0	9·61	K2 III	
53	44 32	5·2	9·80	K7 III	41 3880
54	44 40	23·7	10·84	Fo	41 3881
55	44 50	30·3	10·61	Ko V	42 3856
56	44 51	12·3	10·45	G5 IV	41 3883
57	44 51	42·0	11·15	Ko IV	42 3857
58	45 00	12·8	—	B8	
59	45 04	13·2	11·76	F5	
60	45 09	45·8	9·74	A1	42 3858
61	45 20	16·7	11·03	A1	
62	45 25	15·2	9·67	Ao	
63	45 33	27·6	10·30	A5	41 3885
64	46 02	13·9	11·87	F8	
65	46 20	24·1	11·22	F2	
66	46 21	35·7	11·39	G5	
67	46 40	36·8	10·20	G2	42 3868

+42°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
68	20 ⁴⁶ 44 ^s	42°31'.5	10 ^m 94	K ₃ II-III	42°3869
69	46 49	25'8	9'34'	A ₂	42 3870
70	46 55	2'7	10'95	G ₂	
71	46 58	1'4	11'60	Go	
72	47 36	32'9	10'56	F ₂	
73	47 42	27'3	10'29	K ₇ III	42 3876
74	47 47	28'9	11'30	A ₂	
75	47 55	3'3	10'68	B ₉	
76	48 02	40'1	11'52	F ₅	
77	48 03	36'3	11'66	G ₅	
78	48 07	39'3	9'89	A ₄	42 3880
79	48 25	10'0	10'74	K ₂ II	41 3905
80	48 37	6'2	9'29	A ₀	41 3906
81	48 39	13'8	10'73	A ₂	
82	49 03	27'6	—	B ₅ V	42 3883
83	49 08	27'8	11'66	K ₂	
84	49 28	16'6	10'38	K ₅ III	41 3910
85	49 37	40'5	10'50	A ₅	42 3886
86	49 43	45'0	10'78	F ₀	42 3887
87	49 44	12'0	11'52	B ₉	
88	49 51	40'3	11'40	F ₈	
89	49 57	2'3	12'36	K ₂	
90	50 07	22'6	11'74	Ko III	
91	50 12	10'2	11'50	K ₂	
92	50 14	18'0	11'44	F ₈	
93	50 21	3'8	11'89	F ₅	
94	50 30	37'8	11'55	F ₂	
95	50 33	22'1	11'66	F ₂	
96	50 35	17'6	9'43	G ₈ III	41 3915
97	50 39	34'2	11'31	F ₀ p	
98	50 56	8'7	11'42	A ₇	
99	51 05	34'1	11'24	B ₉	
100	51 36	33'0	11'97	Go	
101	52 04	47'1	11'78	A ₄	
102	52 29	30'9	11'50	M ₅ III	42 3899
103	52 44	12'3	12'20	F ₀	
104	52 48	32'7	12'27	A ₃	
105	52 55	9'8	10'81	F ₂	41 3927
106	52 56	25'5	11'63:	Ko III	
107	53 20	9'0	12'03:	F ₈ :	
108	53 27	7'8	11'07	G ₅ V	41 3931
109	53 32	26'3	12'01:	A ₅	
110	53 36	3'8	11'58:	B ₉	
111	53 39	3'3	10'35:	A ₄	41 3933
112	53 57	28'8	—	F ₂	
113	54 03	24'5	—	A ₅	41 3934
114	54 18	9'2	10'58	A ₂	41 3936
115	54 25	0'8	10'80	Ko II-III	41 3937
116	54 25	6'6	11'02	A ₇	41 3938

Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей

У ЧАСТОК IV. (Цефей; тум. 37 по [15])

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
1	21 ^h 3 ^m 23 ^s	+57°50'3	11 ^m 80	B ₉	
2	5 30	48'2	11'08	F ₈	57°2284
3	5 36	48'2	12'27	A	
4	6 25	47'6	11'93	B ₈	
5	7 06	58'5	11'43	A ₅	
6	7 57	19'4	11'08	A ₇	
7	8 06	40'5	10'47	B ₉	57 2288
8	8 24	24'3	9'65:	F ₈	57 2289
9	9 33	55'1	9'54:	G ₂ IV	57 2293
10	9 59	42'3	10'59	F ₈	57 2294
11	10 05	51'5	10'79	B ₉	
12	11 07	50'1	11'44	A ₇	
13	11 10	39'0	9'88	F ₈	57 2299
14	11 44	51'0	9'38	K ₂ I	20 2391
15	11 53	42'3	11'11	A ₃	
16	12 16	30'6	10'81	A ₅	
17	13 15	54'0	—	A ₂	
18	13 35	18'6	10'92	B ₉	56 2548
19	13 48	48'2	11'89	A ₁	
20	13 54	51'9	11'14	F ₂	
21	13 59	47'7	11'56	B ₈	
22	14 23	53'4	10'55	A ₂	
23	14 36	11'2	9'67	A ₃	56 2550
24	14 43	31'5	10'97	A ₂	57 2306
25	15 09	54'5	10'50	Go	57 2308
26	15 32	48'0	—	B ₉	
27	15 49	40'8	—	A ₇	
28	16 02	57'3	10'58	K ₂ III	57 2310
29	16 23	43'5	10'16	A ₂	
30	17 14	52'8	11'84	F ₀	
31	17 23	53'2	12'04	B ₉	
32	17 31	54'9	11'59	B ₉	
33	17 55	34'2	11'26	A ₂	
34	20 39	26'2	10'11:	Go	57 2316
35	22 48	55'1	9'12	A ₁	57 2320
36	22 44	34'3	—	Ko III	57 2319
37	23 46	57'0	9'48	K ₂ III	57 2323
38	25 00	40'8	10'92:	B ₈	57 2327
39	26 47	49'9	—	A ₅	57 2332
40	20 ^h 58 ^m 30 ^s	58°52'8	10'49	G ₂	58 2202
41	59 30	23'7	10'73	F ₆	58 2207
42	0 12	23'3	10'70	A ₂	58 2211
43	0 17	33'8	10'37	G ₅ III	58 2212
44	0 20	40'4	11'06	F ₀	
45	0 43	42'0	11'97	B-A	58 2213
46	0 49	53'7	10'84	G ₅	58 2214
47	1 13	2'9	9'68	G ₂ IV	57 2274
48	1 37	2'8	9'34	A ₃	57 2276
49	1 40	4'5	11'73	A ₁	
50	1 50	10'2	11'77	A ₂	
51	1 52	55'3	9'75	F ₂	52 2216
52	2 02	5'9	11'01	A ₀	
53	2 39	9'6	11'14	A ₂	
54	2 40	14'4	10'06	A ₂	57 2278
55	2 43	18'3	11'54	G ₈	
56	2 44	54'1	11'44	A ₁	

+5°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
18	21 ^h 2 ^m 46 ^s	58°1 ^o 7 [']	9 ^m .92	K3 I-II	57°2279
19	3 12	52°5	—	B5 III	58 2220
20	3 33	28°7	11.01	A4	
21	3 42	44°0	10.53	G0	58 2221
22	4 12	43°9	10.46	F8	58 2222
23	4 27	12°3	—	F5	
24	4 37	44°3	10.33	A0	58 2223
25	4 52	17°4	10.67	F6	57 2282
26	5 08	26°3	11.58	A2	
27	5 09	48°4	10.62	A0	
28	5 18	16°2	11.34	K3	57 2283
29	5 45	12°2	11.00	B9	
30	5 47	3°3	10.99	F0:	
31	6 09	3°2	10.22	K2 I-II	57 2286
32	6 12	11°4	9.97	G2 III-IV	57 2285
33	6 50	8°3	10.83	G5	
34	6 44	38°7	10.77	A3	58 2229
35	6 46	25°7	9.75	A4	58 2228
36	6 54	55°4	9.45	Go	58 2230
37	7 18	23°4	11.69	A	
38	7 28	22°8	11.61	A	
39	7 30	21°6	11.66	A0	
40	7 38	58°5	11.21	A2	
41	7 56	55°2	10.70	B8	
42	7 58	5°7	—	B8	
43	8 02	4°9	10.56	F8	57 2287
44	8 47	20°5	9.29	F8	57 2291
45	8 56	17°7	11.32	A3	57 2292
46	8 59	43°2	9.40	G5 III	20 1934
47	9 54	55°3	10.11	F0	58 2233
48	9 55	6°3	10.81	B9	
49	10 03	8°6	11.57	K5 III:	
50	10 05	11°1	11.35	B9	
51	10 07	42°4	10.58	B9	
52	10 11	54°7	9.54	A5	58 2234
53	10 32	5°0	9.98	G8 III	57 2297
54	10 46	30°0	9.82	K2 III	58 2235
55	10 48	14°7	11.56	A2	
56	10 56	31°9	12.10	A2	
57	10 59	16°4	11.51	K5 V:	
58	11 16	52°2	10.63	Ko II	58 2238
59	11 19	45°2	11.06	G2	
60	11 50	13°3	9.94	B8	57 2301
61	11 51	54°8	10.54	B9	
62	11 59	25°8	8.81	K2 III	202419
63	12 00	45°4	9.83	F8	58 2240
64	12 00	17°3	—	K3 III	57 2302
65	12 49	18°3	10.39	B5 III	
66	12 55	3°2	9.57	B9	57 2304
67	13 05	22°2	10.45	B5 III	
68	13 23	8°3	11.49	F0	
69	13 40	28°5	9.63	G8 V	58 2241
70	13 48	7°8	10.86	F5	
71	13 49	35°0	10.65	B9	
72	13 58	37°7	10.32	F0	58 2242
73	14 05	40°5	10.02	G2 IV	58 2243

+5°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
74	21 ^h 14 ^m 46 ^s	58°7 ['] 2	9 ^m .01	B8	57°2307
75	15 04	21°7	11.37	B5	
76	15 14	34°3	9.64	A4	58 2244
77	15 22	58°9	10.81	F8	58 2245
78	15 31	15°5	11.28	A3	
79	16 03	58°5	10.20	B8	58 2247
80	16 11	11.7	11.88	B9	
81	16 36	27°8	11.54	K3	
82	16 40	33°8	—	B9	
83	16 41	33°8	10.69	B8	
84	17 17	23°1	10.64	Ko III	
85	18 17	42°0	10.26	Go	58 2251
86	18 21	54°6	11.01	A5	
87	18 23	2°7	11.62	A3	
88	18 36	6°1	10.56	A7	57 2314
89	18 39	59°3	11.63	K3	
90	18 52	42°7	11.52	A2	
91	19 27	45°8	11.04	F0	
92	19 30	54°5	9.51	G2 IV	58 2253
93	19 42	24°2	10.61	A2	58 2254
94	19 48	50°4	9.07	G5 III	203627
95	20 25	34°4	10.65	A3	58 2256
96	20 29	24°4	—	G5	
97	21 30	54°4	10.02	F5	58 2257
98	21 33	0°4	11.56	Ao	
99	21 39	36°3	11.77	—	
100	21 46	46°0	—	B9	58 2258
101	21 56	46°1	10.92	B8	
102	22 33	47°8	11.00	G2:	58 2260
103	23 08	15°3	9.75	Go	57 2321
104	23 54	31°1	11.40	B9	
105	24 41	29°3	9.24	G8 III	20 4410
106	25 24	48°9	11.66	G8	58 2266
107	25 45	40°9	11.35	F2	
108	25 57	22°0	10.61	G2	57 2328
109	26 14	28°5	11.10	G2	58 2269
110	26 20	22°6	11.02	A2	57 2329
111	26 23	8°9	10.37	G8 III	57 2330
112	26 40	10°2	10.68	A3	57 2331
113	27 21	46°8	10.57	A2	58 2271
114	28 30	43°2	—	B5	58 2273
115	28 36	42°0	10.52	F2	58 2274
116	28 44	20°5	—	B9	
117	28 56	46°4	11.75	A5	
118	29 06	57°3	—	K2 III	58 2277
119	29 14	24°9	—	A3	58 2278
1	20 ^h 57 ^m 48 ^s	1.59°36'2	10 ^m .86	Go	
2	58 29	37°9	9.88	A1	59 2306
3	58 39	28°5	11.51	F2	
4	58 42	1°4	9.98	Go	58 2203
5	58 56	31°5	12.04	B9	
6	59 00	14°3	9.39	Ko III	200338
7	59 12	20°9	11.82	A3	
8	59 42	31°5	10.73	B9	
+59°					

+59°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
9	20 ⁴⁵ 59 ^m 50 ^s	+59°12'4	11·54	K2	58 2210
10	21 0 02	41·3	10·14	F5	59 2307
11	0 22	57·8	10·54	B8	
12	0 27	22·9	10·97	A3	
13	0 57	24·3	11·49	F2	
14	1 15	20·5	11·06	A1	
15	1 26	51·8	9·31	F8	59 2310
16	1 37	37·0	11·23	F8	
17	1 42	15·0	10 65	Go III	
18	1 55	3·2	11·76	Ao	
19	2 01	24·0	10·74	G5 IV	
20	2 18	13·7	9·72	B5 V	58 2217
21	2 20	58·3	10·85	K7 IJI	59 2312
22	4 04	34·5	9·53	B9	59 2314
23	4 10	57·9	11·63	A3	
24	4 36	1·6	10·17	A2	58 2225
25	4 46	53·9	9·53	F5	59 2316
26	4 58	28·6	10·03	B8	59 2317
27	4 59	44·3	11·76	Fo	
28	5 05	50·1	10·65	F6	
29	5 19	34·9	10·37	G2 V	59 2318
30	5 38	28·4	9·66	A5	59 2319
31	5 39	1·8	—	A7	
32	5 55	18·8	11·68	B9	
33	5 57	2·7	—	B8	
34	6 17	30·9	11·72	Fo	
35	6 42	49·9	10·10	B8	
36	7 17	18·9	10·60	Ao	
37	7 35	9·8	11·47	G	
38	7 37	33·8	10·56	A5	
39	7 47	33·0	10·81	Ko III	59 2324
40	7 49	40·8	10·52	B8	
41	7 56	22·9	11·52	B9	
42	8 10	47·5	10·95	F8	
43	8 19	36·8	11·19	F6	
44	8 38	36·5	10·53	F6	59 2325
45	8 45	40·2	11·39:	G5	
46	8 48	9·3	—	A3	
47	8 54	34·9	11·60	K5	
48	8 59	23·6	9·19	A3	58 2232
49	9 07	59·9	8·71	Ko III	201967
50	9 20	19·5	11·72	BO	
51	9 35	12·6	10·91	Ao	
52	9 41	52·7	10·45	Ko III	59 2330
53	10 05	43·7	10·24	K2 III	59 2332
54	10 21	56·3	10·55	F2	
55	10 24	45·1	8·47	B2 III	59 2331
56	10 38	47·8	9·76	B8	
57	10 44	30·0	10·28	K5 II-III	59 2337
58	10 45	34·7	10·96	K2 IV	
59	10 46	44·9	11·16	B9	
60	10 50	48·3	11·86	B8	
61	10·53	54·0	12·04:	B8	
62	11·10	46·9	10·03	A5	
63	11·24	20·3	11·07	B8	

+59°

Nº	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
64	21 ^h 11 ^m 26 ^s	59°58'5	—	F2	
65	11 30	53·8	8 ^m .91	M5 I	202320
66	11 30	22·5	10·58	B	
67	11 40	39·4	11·13	Fo	
68	11 54	46·2	10·51	G5	
69	12 16	5·4	11·38	Ao	
70	12 34	40·0	—	F6	
71	12 55	2·7	10·26	B9	
72	13 02	52·0	10·95	G5 V	
73	13 48	6·1	11·07	B8	
74	14 06	23·0	10·68	B8	
75	14 10	59·9	10·97	A4	
76	14 41	44·3	10·43	A7	
77	14 44	1·9	10·65	B8	
78	15 02	27·4	11·27	A7	
79	15 40	45·1	11·97	A4	
80	15 45	7·5	10·02	F5	58 2246
81	16 00	29·2	9·97	G5 IV	
82	16 05	46·7	9·95	B9	59 2348
83	16 18	53·4	9·10	B3 I	59 2349
84	16 48	53·4	10·09	B2 I	59 2350
85	16 52	18·5	11·22	Ao	
86	16 59	18·9	11·36	B9	
87	17 12	22·0	11·51	A3	
88	17 17	17·1	11·13	B9	
89	17 52	14·0	11·44	B8	
90	17 59	46·2	9·95	Ko III	59 2356
91	17 59	39 0	10·44	A2	59 2355
92	18 02	33·2	11·25	A3	
93	18 16	3·2	11·00	F8	
94	18 20	20·6	12·03:	B9	
95	18 23	21·1	12·29:	Ao	
96	18 29	19·8	12·46:	A1	
97	18 29	46·3	—	A3	
98	19 15	12·8	11·21	F8	
99	19 15	37·0	10·86	B9	
100	19 20	48·8	10·47	Fo	
101	19 21	42·3	11·33	A2	59 2358
102	19 39	43·8	12·01	Go:	
103	19 48	22·0	11·91:	A3	
104	19 48	56·2	10·67	K2 II	59 2360
105	20 09	2·5	11·48	Ao	
106	20 30	4·4	10·91	B9	
107	21 05	22·8	11·10	Ao	
108	21 30	34·2	—	Ao	
109	21 51	35·1	11·47	B8	
110	22 03	30·0	11·11	Ao	
111	22 05	9·6	—	Fo	58 2259
112	22 09	38·5	12·00	Ao	
113	22 13	38·2	9·12	B2 V	59 2368
114	22 29	20·5	11·36	K2	
115	22 47	56·6	10·94	Fo	
116	22 53	32·9	9·29	K2 III	20 4151
117	23 04	22·2	—	A2	58 2262
118	23 08	32·9	10·55	G5 V	59 2372
119	23 10	57·2	12·15	A1	
120	23 23	41·1	10·66	G2	59 2373

+59°

N	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
121	21 ^h 23 ^m 53 ^s	59°22'4	—	A2	
122	24 03	20·4	11 ^m .07	A3	
123	24 13	15·8	10·56	Ao	
124	24 28	44·9	—	Fo	59 2375
125	24 29	52·9	9·72	B5 V	59 2376
126	24 38	57·0	9·16	Ao	59 2377
127	24 50	4·9	10·59	F2	58 2264
128	24 54	38·5	10·19	B5 V	59 2378
129	25 19	31·5	11·76	B9	
130	25 30	40·3	12·44	A1	
131	25 45	25·2	9·84	B8	58 2267
132	25 55	52·8	11·97	G8	
133	25 56	40·8	9·21	Ao	59 2381
134	26 41	2·7	10·41	A3	58 2270
135	26 48	20·8	11·71	A5	
136	26 53	52·8	12·08	K7	
137	27 18	33·8	11·92	B9	
138	27 23	58·1	11·76	G5	
139	27 45	36·6	10·85	Ko IV	
140	28 11	34·5	12·06	B	
141	28 19	33·2	10·90	Fo	
142	28 22	46·5	—	Ao	
143	28 35	54·4	—	B8	
144	28 43	59·3	—	K7	
145	28 50	21·4	11·84	Ko II	
146	28 56	52·7	—	A3	
147	29 02	31·8	—	B3 V	
148	29 03	8·4	10·30	A4	58 2276
149	29 09	19·9	—	B8	
150	29 25	27·6	—	—	
151	29 33	46·8	—	B8	
152	29 58	18·3	—	F	

+60°

N	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
1	20 ^h 57 ^m 22 ^s	60°12'8	11 ^m 85	G8:	
2	57 34	18·7	9·66	A2	
3	58 11	27·8	11·23	K2 II	59 2305
4	58 39	28·6	10·30	Go	60 2183
5	59 01	33·3	10·74	Ko II	60 2186
6	59 18	37·2	9·78	Ao	60 2187
7	59 46	44·8	11·19	A2	
8	21 ^h 0 01	25·9	11·00	B8	
9	0 12	27·3	11·30	B8	60 2191
10	0 14	25·2	10·62	B9	
11	0 15	9·8	9·87	Go	59 2308
12	0 19	49·1	11·83	G8	60 2192
13	0 50	32·1	11·17	Go	
14	0 57	43·5	9·58	A1	60 2193
15	1 16	17·7	11·93	Ao	
16	1 33	2·0	11·63	A5	
17	1 51	15·2	11·59	F	
18	1 53	54·8	10·53	G8 III	60 2194
19	2 34	46·7	11·55	G5	
20	3 34	15·3	11·64	A2	

+60°

N	α_{1950}	δ_{1950}	$m_p g$	Sp	BD HD
21	20 ^h 3 ^m 55	60°4'4	12 ^m 34	M5	
22	4 03	48·3	10·41	G2 IV	
23	4 04	8·2	11·46	G8:	
24	4 11	37·7	10·12	F2	60 2198
25	4 24	17·7	—	A4	59 2315
26	4 35	43·2	11·82	B9	
27	4 42	45·6	11·62	K3 III-IV	
28	5 18	36·8	9·85	F2	60 2199
29	5 27	23·0	9·81	A2	60 2200
30	5 29	41·9	10·51	K2 III	60 2201
31	5 48	46·3	11·83	A4	
32	5 57	36·9	11·04	G5	
33	6 03	20·3	9·12	F	59 2322
34	6 16	30·0	9·83	Fo	60 2202
35	7 05	51·8	11·52	M3 III	60 2203
36	7 19	28·2	10·70	G5 V	60 2204
37	7 23	5·1	10·00	F2	59 2323
38	9 09	15·7	9·56	F6	59 2326
39	9 13	3·1	10·42	G2	59 2328
40	9 14	41·6	11·09	G5	60 2207
41	9 16	3·6	10·55	F2	59 2329
42	9 22	31·5	11·31	F6	
43	9 40	6·8	10·21	G5 III	
44	9 44	0·8	9·07	B2 III	59 2331
45	9 48	2·3	11·38	B8	
46	9 56	51·7	11·27	F5	60 2208
47	10 05	42·2	10·03	F2	60 2209
48	10 22	35·5	10·78	B9	
49	10 30	51·9	11·02	G5	
50	10 32	18·8	10·16	Go	59 2335
51	10 58	11·8	10·03	A7	59 2239
52	11 01	20·3	10·09	F6	59 2340
53	11 25	19·7	11·08	Ko IV	59 2341
54	11 36	8·9	10·98	B9	
55	11 37	29·5	10·39	B5 III	60 2210
56	11 54	51·8	11·38:	F2	
57	11 59	34·7	10·71	F8	
58	12 05	21·9	9·67	B8	59 2343
59	12 08	34·4	10·91	F2	
60	12 11	23·5	10·60	Ko IV	60 2211
61	12 44	49·1	10·80	A2	
62	13 39	13·7	10·31	Go:	59 2345
63	13 40	5·1	11·06	K2 II-III	
64	13 49	52·3	11·22	G2	
65	13 54	6·8	11·43	B8	
66	14 03	20·3	10·63	B8	
67	14 09	34·4	—	A2	
68	14 09	19·1	10·96	B9	
69	14 19	48·6	11·43:	F8	
70	14 20	18·0	11·74:	A3	
71	14 36	50·9	11·42:	Ko	
72	14 59	18·0	12·21:	Ao	
73	15 03	34·3	11·83	Ao	
74	15 22	17·9	11·87	K	
75	16 13	39·8	11·41	K7	
76	16 24	20·7	10·34	F8	60 2213
77	16 29	27·8	12·18	B9	59 2351

+60°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
78	21 ^h 16 ^m 44 ^s	60°13'5	10 ^m 95	A5	
79	16 59	21 7	11 50	B8	
80	17 02	13 5	10 46	B8	
81	17 06	27 9	10 86	B8	
82	17 06	51 8	10 86	F6	
83	17 18	58 4	8 24	M2 III	203265
84	17 18	15 6	9 90	G8 III	59 2352
85	17 20	2 9	10 37	F5	59 2353
86	17 28	9 4	11 86:	A1	
87	17 46	28 8	11 18	Ao	
88	17 52	38 7	9 51	F2	60 2218
89	18 21	0 3	11 54	B9	
90	18 33	42 0	10 43	Ao	60 2220
91	18 51	58 0	9 99	F0	60 2221
92	18 57	55 4	9 51	A1	60 2222
93	18 56	25 1	9 03	K5 I	203534
94	19 02	19 5	—	K3 III	59 2357
95	19 09	46 7	—	K7 I	60 2225
96	19 29	19 3	9 90	B5 V	
97	19 57	4 5	—	A5	
98	20 01	29 3	8 80	A7	203695
99	20 04	2 6	9 13	B9	59 2361
100	20 20	13 4	10 24	G5 IV	59 2363
101	20 28	47 9	12 05	Ao	
102	20 33	37 6	11 57	A8	
103	20 55	22 2	11 75	Ao	
104	20 56	53 3	11 24	G8 III	
105	21 00	11 0	10 66	G2	59 2364
106	21 05	2 8	9 62	B8	59 2365
107	21 17	19 8	10 65	B9	
108	21 20	10 6	10 09	B5 III	59 2366
109	21 43	0 6	11 32	Ao	
110	22 10	5 7	11 22	A3	59 2367
111	22 10	22 8	10 71	B9	59 2369
112	22 15	48 3	11 96	B8	
113	22 21	2 3	10 19	B9	59 2370
114	22 27	46 7	12 22	B8	
115	22 32	24 1	11 78	G2	
116	22 33	18 4	12 05	B8	
117	22 33	42 6	11 84	A1	
118	22 41	15 1	11 58	A1	
119	23 10	57 2	12 15	A1	
120	23 24	43 8	11 87:	B9	
121	23 25	45 1	—	B9	
122	23 35	16 7	12 34	A2	
123	23 48	4 7	10 11	G5 III	59 2374
124	24 10	7 5	11 28	B9	
125	24 10	33 3	10 87	B9	60 2238
126	24 17	50 3	—	Ao	
127	24 29	1 5	11 15	B8	
128	24 38	15 0	11 87	—	
129	24 39	8 9	11 96	B9	
130	24 47	34 5	—	B9	
131	25 14	26 8	12 03	Ao	
132	25 17	28 7	12 30:	A2	
133	25 30	39 5	—	F2	

+60°

№	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Sp	BD HD
134	21 ^h 25 ^m 37 ^s	60° 6'9	9 ^m 95	F5	59 2379
135	25 48	19 8	9 63	G5 III	59 2380
136	25 56	41 3	—	B5 III	60 2243
137	25 55	10 8	10 68	B9	59 2382
138	26 17	23 1	—	F2	
139	26 26	5 3	11 90	K7:	
140	27 06	2 1	9 31	B2 I	

ЛИТЕРАТУРА

- Харадзе Е. К., Бартая Р. А. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, № 25, 139.
- Харадзе Е. К., Бартая Р. А. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1961, № 26, 35.
- Бартая Р. А., Харадзе Е. К. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, № 25, 155.
- Харадзе Е. К., Бартая Р. А. Сообщ. АН Груз. ССР, 1958, 21, № 1, 29.
- Шайн Г. А., Газе В. Ф. Атлас диффузных газовых туманностей, Москва, 1952.

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПРОПУСКАНИЕ ОБЪЕКТИВА 40-СМ
РЕФРАКТОРА И КОРРЕКЦИОННОЙ ЛИНЗЫ 36-СМ КАМЕРЫ
ШМИДТА АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ

Н. Б. КАЛАНДАДЗЕ, Г. Н. САЛУКВАДЗЕ, Л. М. ФИШКОВА

В Абастуманской астрофизической обсерватории все более широко применяются 40-см рефрактор и 36-см камера Шмидта для целей фотографической фотометрии.

Как известно, весьма важной характеристикой фотометрической системы является эффективная длина волны, которую можно определить двумя методами. Определяя лабораторными способами спектральную пропускаемость объектива и применяемых светофильтров, а также спектральную чувствительность фотопластинок, $\lambda_{\text{эфф}}$ можно получить с большой точностью путем численного интегрирования. Второй метод заключается в определении относительного распределения энергии в спектре звезды известного спектрального класса, но в этом случае призма является дополнительной оптической средой, искажающей результат.

Описание трехцветной фотометрической системы с применением 40 см рефрактора дается в работе [1], где эффективные длины волн определялись вторым методом, так как не известна была спектральная пропускаемость объектива 40-см рефрактора.

В случае 36-см камеры Шмидта определять эффективные длины волн вторым методом почти невозможно, поскольку линейная дисперсия, применяемой 5.5-градусной предобъективной призмы очень мала [2].

В связи с вышеизложенным, в феврале 1962 года выполнено исследование относительного пропускания объектива 40-см рефрактора и коррекционной линзы 36-см анаберрационной камеры Шмидта Абастуманской астрофизической обсерватории в области спектра 3100—6000 Å.

Схема измерений приводится на рис. 1. В качестве источника сплошного спектра использовался свет Солнца. Параллельный пучок солнечного света при помощи целостата направлялся на центр исследуемого объектива. За объективом внутри телескопа помещалось диагональное алюминированное зеркало D , при помощи которого пучок света выводился через люк трубы телескопа и направлялся на входную щель, применяемого двойного кварцевого монохроматора ДМР-4. Приемником служил однокаскадный фотоумножитель ФЭУМ с сурьмяно-цеизневым фотокатодом и увиолевым окном, изготовленный в 1954 г. в Ленинградском Институте Киноинженеров. Фототок ФЭУМ усиливался усилителем постоянного тока, собранным по схеме дифференциального катодного повторителя на лампе 6НГП. Выходной сиг-

нал измерялся при помощи микроамперметра. Усилитель обеспечивал линейность выходного сигнала для полной шкалы микроамперметра. Линейная дисперсия монохроматора составляла 46 \AA/m около 3400 \AA . Ширина входной щели составила $0.03\text{--}0.04$, при измерениях в диапазоне $3100\text{--}6000\text{\AA}$ и не более 0.5 , в диапазоне $3100\text{--}3600\text{\AA}$. Ширина выходных щелей составила $1\text{--}0.5$ мм. Измерялось распределение

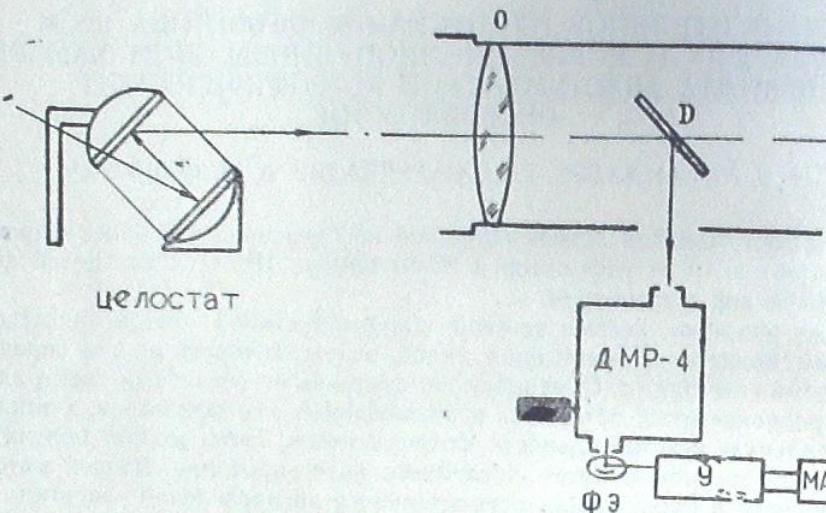


Рис. 1

интенсивности в спектре на выходе монохроматора, причем проводились две серии измерений: с телескопом и в тех же условиях, с тем же целостатом и диагональным зеркалом D , но без телескопа. Из этих двух серий затем определялось относительное пропускание объектива телескопа.

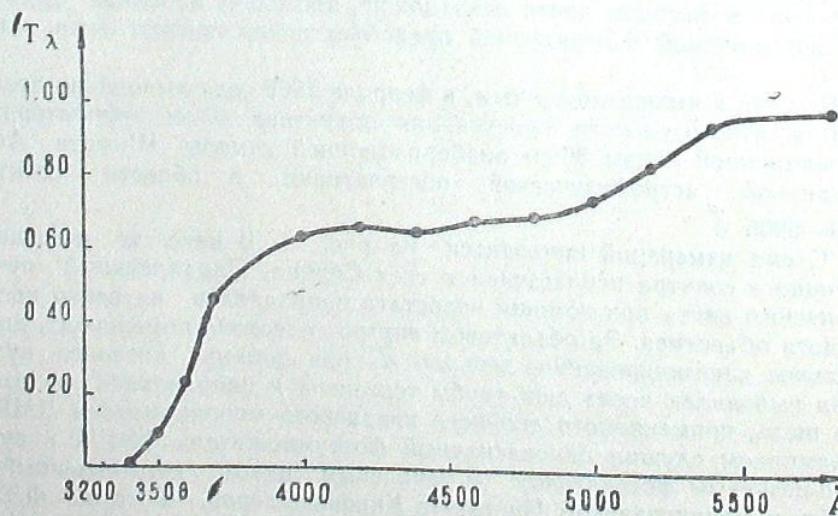


Рис. 2

На рис. 2 и 3 приводятся кривые относительного пропускания объектива 40-см рефрактора и коррекционной линзы камеры Шмидта. Пропускание для 5780\AA принято за единицу.

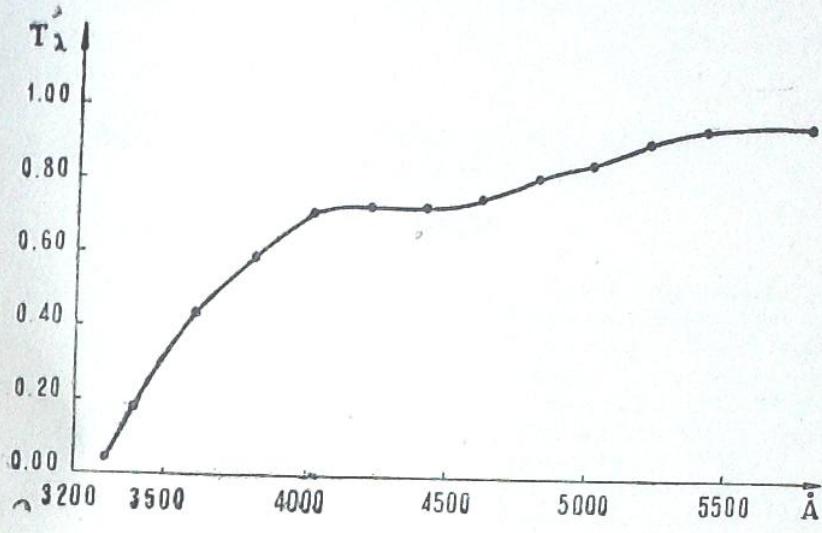


Рис. 3

Выражаем благодарность старшему инженеру обсерватории А. К. Майеру и младшему научному сотруднику М. Д. Метревели за помощь в измерениях.

Март, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

- Салуквадзе Г. Н. Опыт построения трехцветной фотометрической системы с использованием 40-см рефрактора. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1961, № 26, 105 — 127.
- Алания И. Ф. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефенов. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1958 № 23, 3—67.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНО ПОГЛОЩАЮЩИХ ПЛЕНОК

М. В. ДОЛИДЗЕ

При обработке материала, получаемого при спектральных обозрениях, часто возникает необходимость иметь дополнительные данные о характере свечения в разных участках спектра звезд, ассоциированных с пекулярными объектами. Например, желательно, чтобы уже при просмотре спектральных снимков, можно было бы выявить очень голубые, с УФ-избыtkом, ИК или покрасневшие звезды. Такую возможность может дать применение при наблюдениях фильтра, который в спектрах звезд поглощает — съедает, определенные участки, усиливая тем самым соотношение интенсивностей разных концов спектра и подчеркивая необычный вид аномально красных или аномально фиолетовых или голубых звезд по сравнению с нормальными.

Подобный фильтр можно изготовить из прозрачной пленки, окрашенной в растворе вещества с сильными полосами поглощения в определенных, например, в красном или ультрафиолетовом, участках спектра.

Так например, для УФ-участка спектра в качестве фильтра мы использовали прозрачную эскулиновую пленку.

На большой призменной камере Абастуманской астрофизической обсерватории с 8° призмой было сфотографировано скопление Плеяд с фильтром УФС-1+эскулиновая пленка. Пленка с фильтром устанавливалась в кассете непосредственно перед фотопластинкой. На рис. 1 даны микрофотограммы нормальных звезд спектральных классов *B* и *A*, в спектрах которых с помощью фильтра из эскулиновой пленки получены дополнительные полосы поглощения. Как видно на рис. 1, спектры дополнительными полосами разделены на три части убывающей интенсивности. Причем, интенсивность частей в спектре класса *A* спадает гораздо быстрее, чем в спектре класса *B*. Таким образом, по виду подобных спектров вполне возможно проведение предварительной спектральной классификации.

Очевидно, что в спектрах звезд с пекулярным цветом, в которых соотношение интенсивностей нарушено, т. е. соответствующие концы спектра аномально усилены или ослаблены, дополнительные полосы создадут еще больший контраст, способствующий их выявлению. Применение данного метода особенно эффективно для выявления слабых звезд поздних спектральных классов с УФ-избыtkами излучения, а также ранних покрасневших звезд. В первом случае УФ-конец аномально усилен, а во втором — ослаблен. Комбинация фильтра УФС-1 с пленкой эскулина на данном инструменте дает возможность с часовей экспозицией на пластинках Kodak OaO выявлять голубые звезды 12 — 13 fotograf. зв. величины.

Для выявления красных и ИК-звезд метод менее эффективен, так как наличие полос поглощения в красной и ИК-областях спектра само по себе придает спектрам прерывистый вид естественным путем. Классификация звезд в этом случае, как известно, производится по интенсивности полос поглощения. Но наличие полос поглощения у

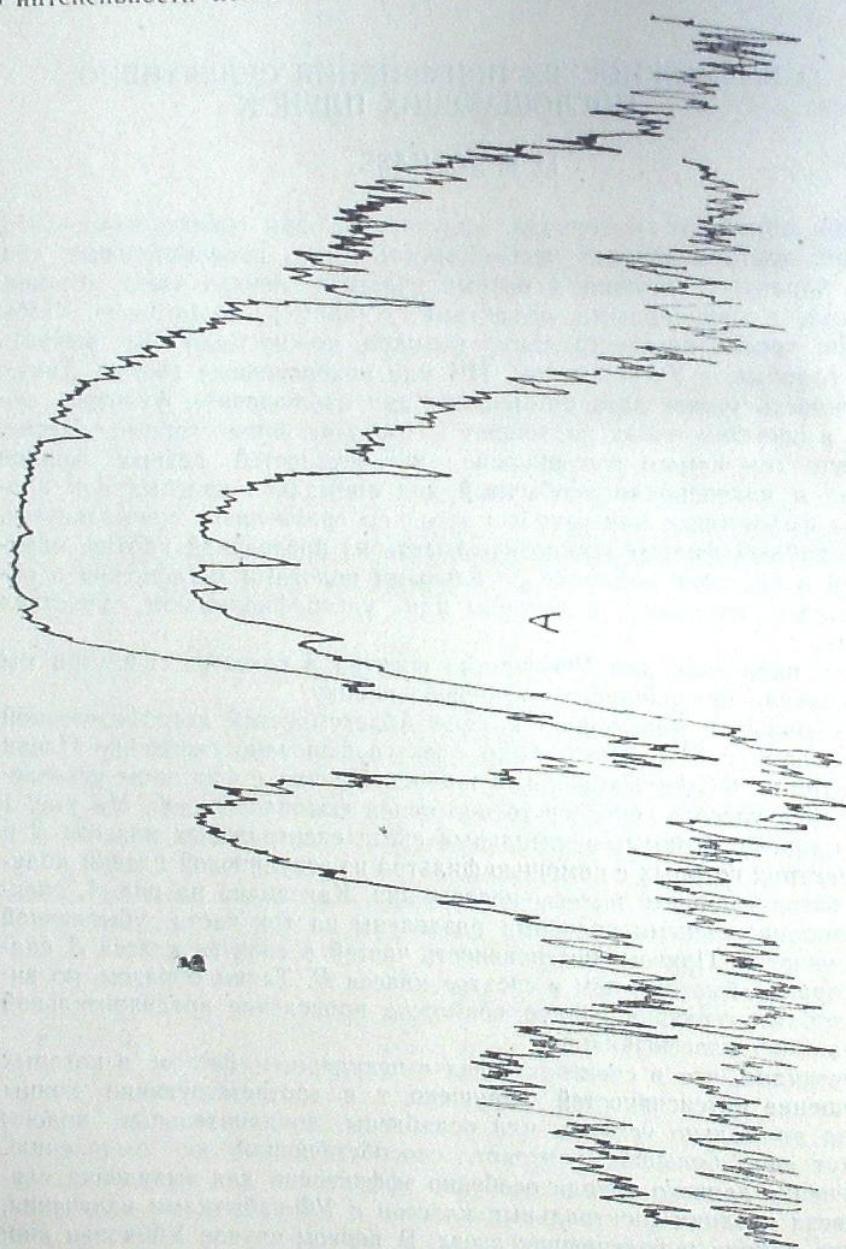


Рис. 1

некоторых пленок в красной области спектра можно использовать для выявления голубых звезд, свет которых претерпел сильное избирательное поглощение в межзвездной среде. Действительно, спектр

любой, сильно покрасневшей звезды, снятый через подобный фильтр на соответствующий фотоматериал, будет характеризоваться аномальным соотношением интенсивностей частей спектра. За счет ослабления фотографического участка влиянием межзвездной среды, красный конец спектра по сравнению с нормальным спектром будет выглядеть усиленным. Красные звезды (звезды поздних спектральных классов) исключаются из рассмотрения по тем, характерным, расположенным в красном участке спектра, полосам поглощения, которые присущи самим звездам. Некоторое усложнение вносят звезды промежуточных спектральных классов F , G , K . Следует также помнить, что чувствительность фотоматериала с длинноволновой стороны спектра не должна обрываться очень резко. Этот метод особенно желательно применять при поисках сильно покрасневших голубых звезд—возможных источников свечения газовых туманностей. Тогда как 8° объективная призма дает возможность в настоящее время на 70-см мениковом телескопе изучать фотографическую область спектра звезд до 13.5 фотогр. зв. вел., применение комбинации красного светофильтра с соответствующей пленкой сделает возможным выявлять голубые звезды до 16-ой вел. (Увеличение проникающей способности инструмента в фотографической области соответственно увеличит также второй предел). Для изучения областей γ Лебедя, туманности Северная Америка, остатков вспышек сверхновых и многих других объектов, применение данного метода может дать интересные результаты.

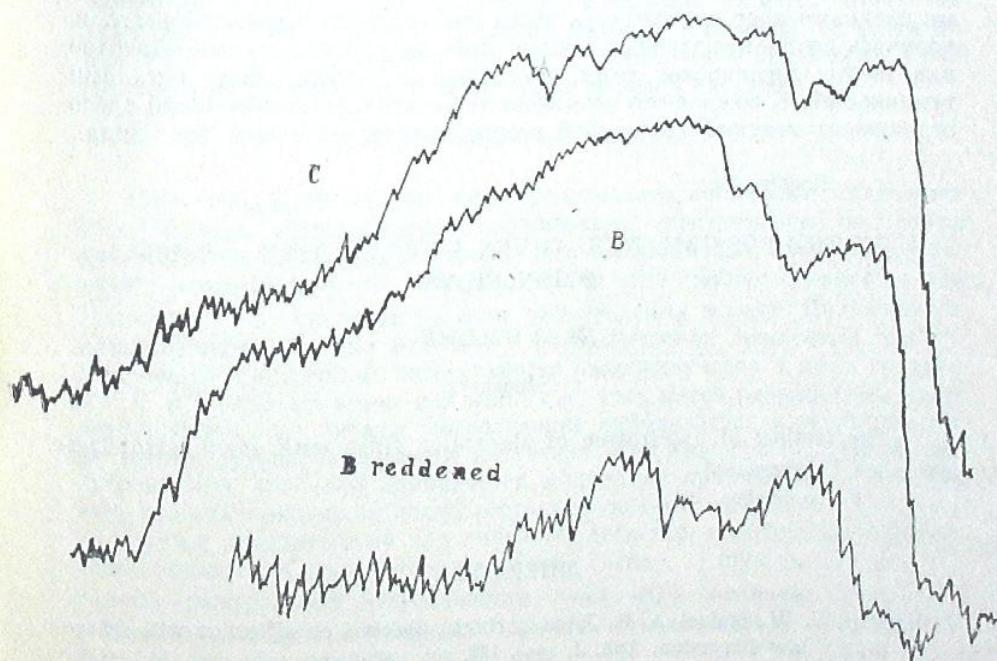


Рис. 2

В красном участке спектра, вместо панхроматического фотоматериала с резким спадом чувствительности с красного конца, можно использовать фотоматериал, чувствительный для близких инфракрасных лучей, например, инфрахром. Вместо поглощающего фильтра,

для выявления покрасневших звезд в близких инфракрасных лучах, можно использовать инфрахроматический фотоматериал с провалом чувствительности около 8000\AA . Действительно, в этом случае, наличие провала чувствительности инфрахроматического фотоматериала около 8000\AA делает заметным аномальное усиление интенсивности длинноволнового конца спектра звезды раннего спектрального класса с большим покраснением. На рис. 2 приводим микрофотограммы трех звезд спектрального класса *C*, *B* и *B* с большим избытком цвета. Этот метод аналогичен методу выявления покрасневших звезд с использованием чрезвычайно низкодисперсных спектров (30000\AA/mm), полученных на фотоматериале с провалом чувствительности в красном участке спектра [1].

Использование поглощающего фильтра упростит также определение цвета звезд по методу продольного спектрографа. Надо думать, что использование поглощающего фильтра упростит также выявление красных и покрасневших звезд, а в других участках спектра, вообще выявление звезд с аномальным усилением одного конца спектра по методике, выработанной Е. Перро [2].

Выработанная здесь методика наблюдений вполне пригодна также для ведения спектральных обзорений во второй, длиннофокусной схеме телескопа. В этом случае особенно удобно применение в качестве фильтров тонких окрашенных пленок. Использование соответствующей предобъективной диспергирующей среды в комбинации с окрашенными пленками дает возможность вести спектральные микрообзора т. е. получать крупномасштабные снимки особо интересных малых объектов или тесных группировок звезд, связанных со структурными деталями туманностей. К сожалению возможности спектральных обзорений здесь ограничены меньшей светосилой второй оптической схемы телескопа.

Ноябрь, 1961.

ON THE POSSIBILITIES GIVEN BY SELECTIVE ABSORPTION FILMS

M. V. DOLIDZE

(Summary)

The method of application of absorption films with some astrophysical aims is suggested.

November, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morgan W. W., Meinel A. B., Johnson Hugh., Spectral classification with exceedingly low dispersion. *Aph. J.*, 1954, **120**, 506-508.
 2. Perraud Hélène, Listes et classifications d'étoiles à émission, S et, C, trouvées dans divers champs pris aux prismes objectifs à vision directe. *Journ. des Obs.* 1961, **44**, 149-152.

აგრძელების ასტრონომიური ობსერვატორის გიულეტი № 28, 1962

БЮЛЛЕТЕНЬ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ № 28. 1962

ФАЗОВЫЙ ФИЛЬТР С САМОНАСТРОЙКОЙ

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Узкополосные фильтры, применяемые в избирательных усилителях, как правило, имеют фиксированную частоту настройки, поэтому требования к стабильности частоты сигнала тем выше, чем уже полоса. С другой стороны, весьма узкополосные фильтры малостабильны.

Фазовые детекторы являются наиболее совершенным устройством, полоса пропускания которого определяется свойствами выходной цепи по постоянному току. Недостатками фазового детектора является необходимость точной синфазности сигнала и опорного напряжения и невозможность отличить изменения выходного напряжения по изменению амплитуды сигнала от изменений по изменению фазы сигнала.

В предлагаемой статье описывается стабильно действующее устройство, которое, подобно фазовому детектору, может обладать чрезвычайно узкой полосой пропускания, но, в отличие от него, нечувствительно к фазовым сдвигам. С другой стороны, в отличие от селективных фильтров, стабильности частоты не требуется и при весьма узкой полосе допускается значительный уход несущей частоты.

1. Узкополосные системы

Если под электронными астрономическими приборами подразумевать сложные многоламповые поляриметры, спектрометры, различные фотометры, а также радиоастрономические приемники, то основной задачей, возникающей при конструировании этих приборов, является выделение слабых сигналов на фоне значительных шумов. Диапазон задач многообразен: счет отдельных фотозелектронов; измерения тысячных звездной величины; интенсивности радиоизлучения в доли градуса и т. д. В настоящее время для многих из этих целей разработаны сравнительно простые методы, позволяющие приблизиться к теоретическому порогу лучших приемников излучения. Как правило, в большинстве современных приборов применяется модуляция принимаемого излучения, с детектированием после соответствующего усиления. Если используется квадратичный или линейный детектор, необходим узкополосный фильтр для повышения отношения сигнал — шум ρ , ибо при заданной спектральной интенсивности шума $w(f)$, величине сигнала X и ширине полосы пропускания $\Delta f = (f_2 - f_1)$, отношение ρ будет тем больше, чем уже полоса:

$$\rho = \frac{X^2}{\int_f w(f) df}.$$

В случае применения фазового детектора, роль узкополосного фильтра обычно выполняется последующим фильтром постоянного тока, что является огромным преимуществом этого типа детектора. Хотя он значительно выгоднее квадратичного и линейного [1], его применение ограничено сигналом с фиксированной фазой. В других случаях обычно применяются узкополосные фильтры в комбинации с двумя другими типами детекторов.

Использование низких частот модуляции [2] вызывает малой интенсивностью принимаемого излучения и заставляет прибегать к RC-фильтрам, которые предпочтительнее LC-фильтров из-за более узкой технически достичимой полосы. Однако, и у них имеются два ощутимых недостатка: стабильность фильтра тем хуже, а требования к постоянству несущей тем выше, чем уже полоса. Если учесть, что астрономическая электронная аппаратура работает на открытом воздухе в тяжелых условиях меняющейся температуры, легко понять, что чрезмерное сужение полосы может оказаться вредным. Из опыта автора: аппаратура с частотой модуляции 117 гц (стабильность $\pm 0,01\%$ в час) и полосой пропускания $12\Delta = 2$ гц, монотонная нестабильность коэффициента усиления после часового прогрева составляет 1—2% за ночь зимой, в то время как летом возрастает до 5—10%. Охлаждение естественное, через широкие вентиляционные щели; рассеиваемая мощность 120 вт в объеме 0,029 м³.

2. Сверхузкополосный стабильный фильтр

Резонансные и квазирезонансные фильтры являются технически сложным, но примитивным по идеи решением. Предлагаемое ниже стабильно действующее устройство, позволяющее получить принципиально сколь угодно узкую полосу пропускания, требует, чтобы сигнал был синхронизирован с некоторым переменным напряжением, к стабильности частоты которого не предъявляется никаких требований (если это допускается другими элементами схемы), причем фаза сигнала относительно опорного напряжения не только произвольна, но даже может меняться в течение измерения. Такая картина наблюдается, в частности, в электронных поляриметрах с вращающимся анализатором [3], а также в любых других устройствах, где наблюдается случайный или закономерный уход фазы, частоты или и того, и другого.

Идея фильтра заключается в том, что фаза опорного напряжения автоматически подстраивается под среднюю по заданному времени fazу детектируемого переменного напряжения и следит за нею*. Фильтр такого типа можно назвать фазовым детектором с плавающей фазой. Он является чем-то средним между фазовым и линейным детекторами и, в зависимости от постоянной времени, может быть и тем и другим. Если она близка к периоду детектируемого напряжения, устройство работает как обычный линейный детектор; если время настройки стремится к бесконечности, — это фазовый детектор. Промежуточные значения дают линейный детектор с предшествующим фильтром, пропускающим полосу, обратную значению постоянной времени.

Применительно к электронному поляриметру с вращающимся анализатором устройство имеет следующий вид (рис. 1 и 2). С анализатором жестко связан бесконтактный датчик 1, дающий четыре импуль-

* Мысль о возможности создания такого устройства была высказана сотрудником ГАИШ М. М. Постпегелисом в начале 1961 г. в беседе с автором.

са «а» на один оборот. За это время наблюдаются два периода модуляции света анализатором, причем эта кривая «б» расположена относительно четырех импульсов произвольно. Каждый из последних запускает блок управляемой задержки 2, цикл которого «в» заканчивается до прихода следующего импульса. Время, которое этот блок будет находиться в возбужденном состоянии, определяется управляющим напряжением. Оно вырабатывается нулевым фазовым детектором 4 по детектируемому сигналу, подвергнему усилинию и ограничению («д») в блоках 6 и 7. Форма опорного напряжения «г» для него дается триггером 3, который опрокидывается от задних фронтов кривой «в». Выходное напряжение детектора 4 через цепь накопления 5 поступает на вход управления задержки 2, чем осуществляется обратная связь. Если она отрицательна, а коэффициент усиления достаточен, схема придет в устойчивое состояние в том случае, когда напряжение на выходе цепи накопления 5 станет близким к нулю, что соответствует показанному на рис. 1 расположению кривой «г» относительно «б». В самом деле, любое его отклонение вызовет обратное по знаку смещение времени задержки, и, следовательно, возврат схемы к равновесию.

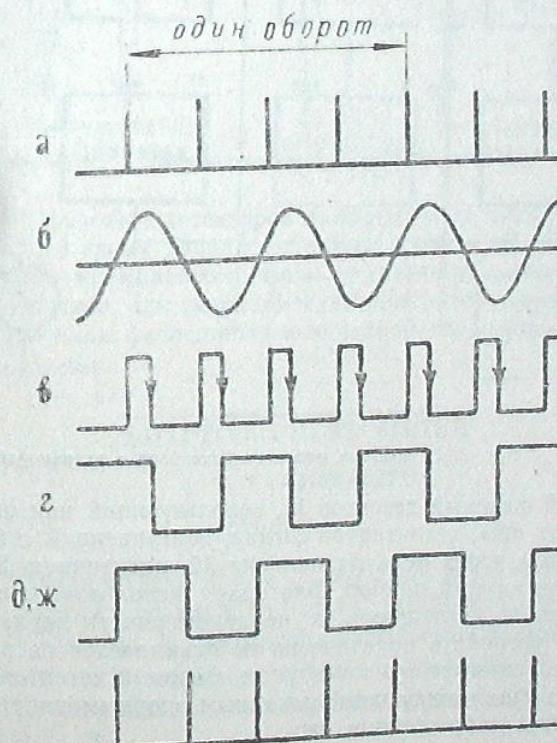


Рис. 1. Диаграммы напряжений в фазовом фильтре с самонастройкой.

Для получения выходного сигнала, подлежащего измерению, необходимо свинуть полученное опорное напряжение на $\pi/4$ в механической или $\pi/2$ в электрической системах («д»). Даже при постоянной

скорости вращения анализатора не следует применять фиксированную задержку, ибо это значительно снизит точность устройства и лишит его универсальности. Необходимо использовать подобную описанной несложную систему, следящую за «нулем» на выходе вспомогательного фазового детектора 10 с помощью блока управляемой задержки 8 и триггера 9. Опорным напряжением является кривая «г», а триггер 9, работающий от задержанных импульсов «е», дает «сигнал» — кри-
вую «ж».

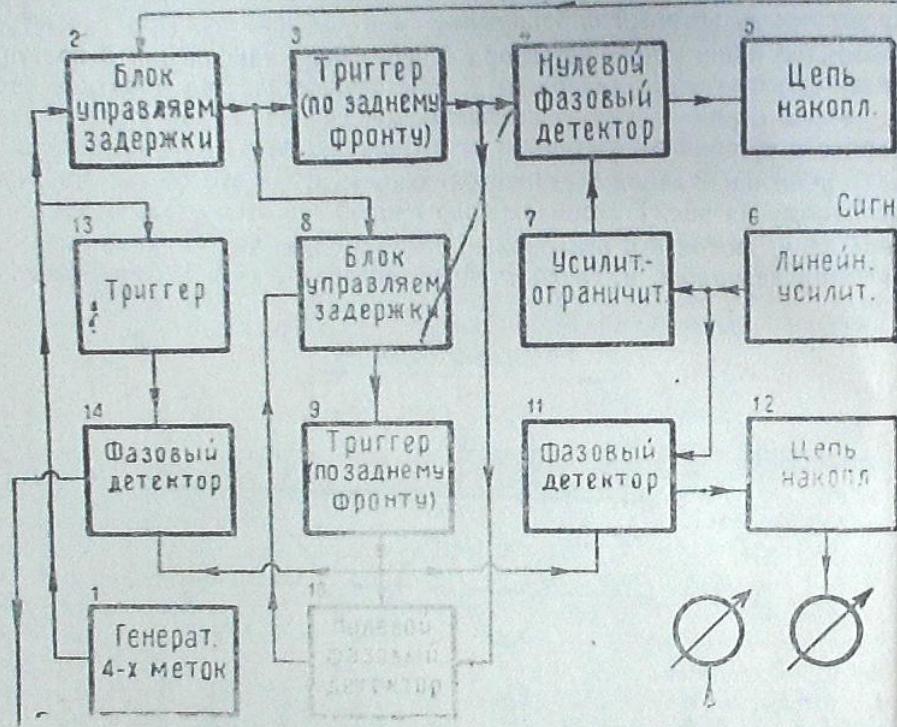


Рис. 2. Блок-схема фазового детектора с плавающей фазой

Основной фазовый детектор 11, использующий как опорное напряжение кривую «ж», детектирует сигнал, поступающий с выхода усилителя 6, а затем через цепь накопления 12, идентичную 5, направляя его на измерительный прибор. Благодаря использованию синусоидального напряжения, погрешность от неравномерности характеристик двух предыдущих устройств практически не сказывается на результате.

Для измерения фазы используется фазовый детектор 14, выделяющий разность фаз между незадержанным опорным напряжением «а» сфазированным напряжением «ж».

В целях устранения нестабильностей показаний фазометра, что может возникнуть при измерениях сигналов с фазой 0 или π , используются два датчика 1, сдвинутых один относительно другого на $\pi/4$ автоматически переключаемых по мере приближения к указанным углам (с соответствующей индикацией на выходе).

После рассмотрения устройства ясно, что полоса пропускания определяется только цепью накопления 5, и, следовательно, может быть

сделана очень узкой. В то же время крупнейшими достоинствами схемы является полное отсутствие нестабильных элементов и нечувствительность к изменениям частоты несущей. Подобное устройство может быть полезным и в установках, не содержащих элементов механики, но подверженных фазовым сдвигам.

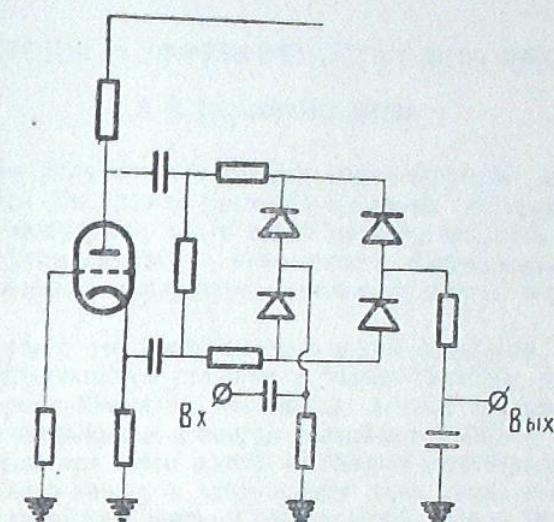


Рис. 3. Двунаправленный ключевой детектор.

В качестве фазовых детекторов рекомендуется использовать приведенную на рис. 3 схему двунаправленного ключа. Диоды могут быть вакуумными или кремниевыми. Блок управляемой задержки может быть выполнен либо как ждущий мультивибратор, как это описывалось выше, либо как фазосдвигающее устройство любого типа.

Январь, 1962

ADAPTIVE PHASE FILTER

L.V. XANFOMALITY

(Summary)

A new ultranarrowband device is described. It possesses all the advantages of the narrowband filter and of the synchronous rectifier as well. From the other hand the device permits considerable frequency and phase drift even during the measurement without any distortion of the result. Notwithstanding the very narrow band, stability of the device is high.

January, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ван-дер-Эйл. Флуктуации в радиотехнике и физике. М.-Л., 1958.
 2. А. В. Ксанфомалити. Выбор режима фотоумножителя. ПТЭ, 1962, № 2, 121.
 3. А. В. Ксанфомалити. Автоматический электронный поляриметр, авт. свид. № 146070 с приоритетом от 14 марта 1961 г.

ФОТОКАТОДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЧЕТА КВАНТОВ

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Метод счета получает в последнее время широкое распространение. Объясняется это прежде всего его высокими достоинствами как перед методом модуляции, так и перед методом усиления постоянного тока. Другое преимущество, — возможность использования стандартной радиометрической аппаратуры с незначительными переделками и дополнениями.

Благодаря тому, что в случае счета шумы вторичной эмиссии отсутствуют, определяющими становятся только свойства фотокатодов. В настоящее время принято в паспортных данных указывать «интегральную чувствительность» и иногда указывают «синюю» чувствительность. Разумеется, это почти ничего не говорит о спектральных характеристиках и часто вводит в заблуждение даже самих изготовителей. Следовало бы указывать ширину спектральной полосы по уровню 0,5 с указанием средней длины волны и соответствующую максимуму чувствительность, — интегральную γ_{μ} в мк/лм или относительную γ_k в процентах. Это избавило бы потребителей от необходимости производить все измерения заново, ибо катод с высокой чувствительностью, имеющий спад уже к синей области, как это часто наблюдается для умножителей фирмы ЕМІ, значительно менее эффективен для целей астрономии, чем менее чувствительный катод, но работающий в более широком диапазоне.

С другой стороны, высоко ценившиеся ФЭУ с темновыми токами, измеряющимися единицами электронов с катода, часто мало полезны именно из-за слишком узкой спектральной полосы, т. к. одни сопутствует другому. Приводимые данные подтверждают это положение.

Для оценки относительной погрешности измерения следует прежде всего оценить спектральный диапазон самого источника (на уровне земли), для чего следует воспользоваться работами, рассмотренными в [1]. Из сопоставления со спектральной характеристикой фотокатода можно найти среднюю длину волны $\lambda_{ср}$ относительно ординат 0,5 результатирующей кривой. Если для нее неизвестна относительная чувствительность катода γ_k , а приведена γ_{μ} выраженная в мк/лм, то ее следует перевести в относительную, пользуясь следующим методом.

1 вт эквивалентен 683 лм [2]. Энергия кванта, соответствующего длине волны λ ммк:

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-16}}{\lambda} \quad [\text{вт. сек}], \quad (1)$$

отсюда относительная чувствительность:

$$\gamma_k = 0,85 \gamma_{\mu} / \lambda \quad [\text{электрон/квант}], \quad (2)$$

Таким образом, удается найти относительную чувствительность фотокатода для выраженной в ммк $\lambda_{ср}$.

В указанных выше работах для заданного спектрального распределения (например, для Солнца) дается величина $N_1 \left[\frac{\text{квант}}{\text{см}^2 \text{~\AA} \text{sec}} \right]$, часто постоянная для некоторого интервала.

Пересчет на звезду заданной величины m_2 осуществляется по формуле Погсона:

$$\lg N_1/N_3 = 0,4(m_2 - m_1). \quad (3)$$

После введения поправок на поглощение в атмосфере k_a и оптике k_1 может быть найден поток через фокальную плоскость телескопа:

$$N_{\tau} = N_2 \frac{\pi D^2}{4} k_3 k_1 \left[\frac{\text{квант}}{\frac{\circ}{\text{Асек}}} \right]. \quad (4)$$

Скорость счета фотоэлектронов определяется из (2) и (4):

$$n = N_r \Delta \lambda \gamma_k \quad [\text{электрон/сек.}] \quad (5)$$

Относительная среднеквадратичная погрешность измерения с учетом «фотонного шума» [3]:

$$\tilde{o}_n = \sqrt{\frac{1 + n_\tau / N_\tau \Delta \lambda_{Y_k}}{N_\tau \Delta \lambda_{Y_k}}} \quad (6)$$

Здесь n_t — число „тёмновых“ электронов в секунду;
 τ — время экспозиции.

Для подтверждения высказанной выше мысли о малой эффективности фотокатодов, охватывающих узкий диапазон длин волн, приводятся данные двух реальных фотоумножителей применительно к звездам класса G2.

ФЭУ № 1

$$\gamma_n = 40 \text{ мкА/дм}$$

$$\Delta\lambda = 550 \text{ \AA}$$

$$\lambda_c = 4275 \text{ \AA}$$

$$n_r = 18 \text{ эл/сек}$$

ФОРМУЛЫ № 2

$$\gamma_n = 104 \text{ mKa/JM}$$

$$\Delta\lambda = 1500 \text{ \AA}$$

$$\lambda_{\text{em}} = 4750 \text{ Å}$$

$$n_i = 300 \text{ cm}^{-3}$$

ФЭУ № 1

<i>m</i>	зв. величины	7,5	10	12,5	15
<i>n</i>	зл/сек	35500	3550	355	355
δn	(10^3 сек), %	0,017	0,053	0,17	0,65
δn	(10^2 сек), %	0,053	0,168	0,54	2,00
δn	(10 сек), %	0,168	0,533	1,72	6,8

ФЗУ № 2

<i>t</i> зв. величины	7,5	10	12,5	
<i>n</i> эл/сек	$219 \cdot 10^6$	$21,9 \cdot 10^3$	$2,19 \cdot 10^3$	15
δn (10^3 сек), %	0,007	0,02	0,07	$0,219 \cdot 10^3$
δn (10^2 сек), %	0,021	0,07	0,23	0,33
δn (10 сек), %	0,068	0,22	0,72	1,04
				3,29

Выводы. Малый темновой ток умножителя является значительно меньшим достоинством, чем широкополосность фотокатода.

Предложенная методика расчета подчеркивает отсутствие полностью в существующих методах паспортизации фотоуможителей, что приводит к необходимости отбора из больших партий

Апрель 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов А. В. «Известия Астрофизического института АН КазССР», 1961, т. XII.
 2. Мартынов Д. Я. Курс практической астрофизики, ГИФМЛ, М., 1960.
 3. Ван-дер-Зил А. Флуктуации в радиотехнике и физике, ГЭИ, М.-Л., 1958.

შალვა მონასტეს ძი ჩხაიძე

1962 წლის 31 მარტს გარდაიცვალა შალვა მონასტეს ძე ჩხაიძე — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, გეოგრაფიულ მეცნიერებათა კანდიდატი.

შ. ჩხაიძე დაიბადა 1906 წ. 21 მარტს; 1924 წ. დაამთავრა ტექნიკური ქ. მახარაძეში, ხოლო 1932 წელს — თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტი. 1930—1933 წლებში იგი მუშაობდა თბილისის გეოფიზიკურ მუზეუმში. 1934 წლიდან, თითქმის უწყვეტად, სიკვდილამდე, შ. ჩხაიძე მუშაობდა აბასთუმნის მუზეუმში. 1942—1943 წლებში იგი საპტოთა არმიის რიგებში იდყოფებოდა. 1949 წელს მან დაიცვა დისერტაცია მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად.

აბასთუმნის ასტროფიზიკურ მუზეუმში შ. ჩხაიძემ დააყენა სისტემატური აქტინომეტრიული და მეტეოროლოგიური დაკვირვებანი, რომელთა საფუძველზე შეასრულა გამოკვლევები და გამოაქვეყნა მრავალი სტატია, რომლებშიაც აღწერილია რაღაციაული რეემის, სოლარული კლიმატის, ატმოსფერული სიმღვრივის გამოკვლევის მეთოდება და აბასთუმნის მიღამოებში ატმოსფეროს თვისებების მახასათებელი შედეგები. ამას, საერთო ღირებულების გარდა, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა იმ ადგილის „ასტრონომიული კლიმატის“ შესწავლისათვის, სადაც თავის ღროშე მოეწყო პრეცონ საბჭოთა კავშირში მთის ასტროფიზიკური ობსერვატორია. შ. ჩხაიძის რიგი ნაშრომები მიეძღვნა კურორტ აბასთუმნის მიკროკლიმატის გამოკვლევას და ინტერესს შარმოადგენს საკურორტო მშენებლობისათვის.

უკანასკნელ წლებში საერთაშორისო გეოფიზიკური წლის პროგრამით შარმოებულ დაკვირვებებში მონაწილეობის წესით შ. ჩხაიძემ შამოიწყო ახალი ოზონმეტრიული დაკვირვებანი და გამოკვლევები.

უფრო ადრე, წლების განმავლობაში შ. ჩხაიძე ხელმძღვანელობდა და განახორციელებდა აბასთუმნის მუზეუმში დაკვირვებებს მზის სამსახურის პროგრამით (სპექტროპელიოსკოპური და ფოტოსფერული დაკვირვებანი).

შალვა იყო აქტიური საზოგადოებრივი მუშავი; რამდენჯერმე იქნა არჩეული პროფესიონალის ადგილობრივი კომიტეტის თავმჯდომარედ; აქტიური წევრი იყო საქართველოს სსრ პილიტიკური და მეცნიერული ცოდნის გამარტინაციებების საზოგადოებისა; აქვეყნებდა სამეცნიერო-პოპულარულ წერილებსა და ბროშურებს.

შ. ჩხაიძის ხანგრძლივი და უმწივლო მუშაობა აღინიშნებოდა მთავრობის გილდოებით; იგი დაგილდოებული იქნა შრომის წითელი ღროშის ორდენით, მედლებით, საქართველოს სსრ უმაღლეს საბჭოს პრეზიდიუმის საპატიო სიგლით.

შ. ჩხაიძე იყო შრომისმოყვარე, თავმდბალი მუშავი, პატიოსანი და კიონდოსურნე კოლეგებისადმი. მისი ნათელი სსოვნა სამუდამოდ შერჩება ყველას, ვინც მასთან ერთად მუშაობდა.

ШАЛВА МОНАСЕВИЧ ЧХАИДЗЕ

31 марта 1962 года скончался Шалва Монасевич Чхайдзе — старший научный сотрудник Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР, кандидат географических наук.

Ш. М. Чхайдзе родился 21 марта 1906 г., в 1924 году окончил техникум в г. Махарадзе, а в 1932 году — физико-математический факультет Тбилисского государственного университета. В 1930—1933 г.г. он работал в Тбилисской геофизической обсерватории. С 1934 года Ш. М. Чхайдзе работает почти непрерывно до конца своей жизни в Абастуманской обсерватории. В 1942—1943 гг. он находился в рядах Советской Армии. В 1949 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук.

В Абастуманской астрофизической обсерватории Ш. М. Чхайдзе поставил систематические актинометрические и метеорологические наблюдения, на основе которых выполнил исследования и опубликовал ряд статей, содержащих методику исследования радиационного режима, солнечного климата, мутности атмосферы и результаты характеризующие свойства атмосферы над Абастумани, что, помимо общей ценности, имело особое значение для изучения «астрономического климата» места, где в свое время была построена первая в СССР горная астрофизическая обсерватория.

Ряд работ Ш. М. Чхайдзе посвящен исследованию микроклимата курорта Абастумани и представляет интерес для курортного строительства.

В последние годы в порядке участия в наблюдениях по программе Международного Геофизического года Ш. М. Чхайдзе поставил новые озонометрические наблюдения и исследования.

Еще раньше в течение ряда лет Шалва Монасевич руководил и осуществлял в Абастуманской обсерватории наблюдения по программе Службы Солнца (спектрогелиоскопические и фотосферные наблюдения).

Шалва Монасевич был активным общественным работником; несколько раз избирался председателем местного комитета профсоюзов, являлся активным членом Общества по распространению политических и научных знаний; был автором научно-популярных статей и брошюр.

Долгая и безупречная работа Ш. М. Чхайдзе отмечалась правительственными наградами: он был награжден Орденом Трудового Красного Знамени, медалями, Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Грузинской ССР.

Ш. М. Чхайдзе был трудолюбивым, скромным работником, честным и добрым по отношению к своим коллегам. Светлая память о нем навсегда сохранится у всех, работавших с ним.

ХРОНИКА

* В 1961—1962 гг. Обсерваторию в научных целях посетили: К. А. Бархатова (Свердловск), Р. Е. Гершберг (Крым), М. М. Дагаев (Москва), Э. В. Кононович (Москва), И. М. Копылов (Крым), В. А. Крат (Пулково), М. М. Мирианашвили (Тбилиси), Е. В. Рыбка (Краков, Польша), И. А. Хвостиков (Москва) и др.

* В Обсерватории были прочтены циклы лекций и докладов: Р. Е. Гершбергом на темы: «Об определении расстояний до планетарных туманностей на основе данных о радионзлучении» и «Интерпретация кривых блеска Новых вблизи максимума»; Э. В. Кононовичем на темы: «Результаты исследования ультрафиолетовой части спектра Солнца» и «Изучение гелия и строение хромосферы»; В. А. Кратом — «Затменно переменные звезды»; М. М. Мирианашвили — «О некоторых задачах современной теоретической физики»; Г. А. Харадзе — «О применении эффекта Мессбауэра к некоторым задачам физики».

* В декабре 1961 г. в Абастумани состоялся семинар Рабочей группы по спектральной классификации Комиссии звездной астрономии Астрономического совета АН СССР (руководитель И. М. Копылов). В декабре 1962 г. состоялся семинар Рабочей группы по комплексному изучению Млечного Пути по плану П. П. Паренаго (руководитель Е. К. Харадзе).

* В 1961/1962 учебном году в Обсерватории обучались с отрывом от производства 3 аспиранта и без отрыва 1.

* В 1961—1962 гг. научные сотрудники Обсерватории прочитали 340 научно-популярных лекций.

* Производственную практику в Обсерватории в 1961—1962 гг. проходили 51 студент Тбилисского, Московского, Ленинградского, Одесского, Уральского и Кишиневского государственных университетов.

* В 1961 и 1962 гг. на горе Канобили имелось соответственно: 115 и 135 ночных звездных наблюдений, 22 и 18 ночных только лунных наблюдений, 224 и 249 дней хромосферных и 245 и 268 дней фотосферных наблюдений.

* В 1961 г. закончена и вступила в постоянную эксплуатацию воздушно-канатная пассажирская дорога, связывающая Обсерваторию на горе Канобили с курортом Абастумани. Построено также здание для лаборатории радиоастрономии. В 1962 г. сооружена лаборатория солнечных работ в виде пристройки к башне хромосферного телескопа.

ЗОБОВІДНОСТІ — СОДЕРЖАННЯ

1. Определение радиуса CC Андромеды, Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсисхвili	3
астрофотография CC Андромеды в сине-зеленом, зеленом и красном цветах. Н. Л. Магалашвили (Summary)	8
The determination of radius of CC Andromedae. N. L. Magalashvili, J. J. Kumsisikhvili (Summary)	9
2. Электрофотометрическое исследование звезды ν Эридана. Я. И. Кумсисхвili	11
изменение звездной величины звезды ν -и в сине-зеленом, зеленом и красном цветах. Я. И. Кумсисхвili (Summary)	80
The electrophotometric investigation of ν Eridani. J. J. Kumsisikhvili (Summary)	81
3. Спектрофотометрическое исследование короткопериодической цефиды RZ Цефея. И. Ф. Алания	87
спектральная характеристика звезды RZ Цефея в сине-зеленом, зеленом и красном цветах. И. Ф. Алания (Summary)	104
The spectrophotometric investigation of the shortperiod cepheid RZ Cephei. I. PH. Alania (Summary)	102
4. Спектрофотометрия непрерывного спектра переменной AC Геркулеса И. Ф. Алания	105
спектральная характеристика звезды AC Геркулеса в сине-зеленом, зеленом и красном цветах. И. Ф. Алания (Summary)	111
Spectrophotometry of AC Herculis continuous spectrum. I. PH. Alania (Summary)	112
5. Фотометрия непрерывных спектров звезд RS и XX Эмносца. М. В. Долидзе и И. Ф. Алания	113
спектральная характеристика звезд RS и XX в сине-зеленом, зеленом и красном цветах. М. В. Долидзе и И. Ф. Алания (Summary)	119
Photometry of RS and XX Oph continuous spectra. M. V. Dolidze and I. PH. Alania (Summary)	119
6. Фотометрия непрерывного спектра четырех нестационарных звезд с полосами поглощения в спектре. М. В. Долидзе, А. Ф. Пугач	121
спектральная характеристика четырех звезд с полосами поглощения в спектре. М. В. Долидзе, А. Ф. Пугач (Summary)	135
7. Красная и инфракрасная спектральная классификация М-звезд по низкодисперсионным спектрам в Лебеде IV. М. В. Долидзе, Н. Н. Гусева, Т. В. Ретивая, Б. А. Кудриня	137
Red and infrared spectral classification of M-stars from low dispersion spectra in Cyg IV. M. V. Dolidze, N. N. Gussova, T. V. Retivaya, B. A. Kundrzinya (Summary)	156
8. Рассеянное скопление Ап (Tr) 35. С. П. Априамашвили	157
9. Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей. Р. А. Бартая, Е. К. Харадзе	161

10. Относительное пропускание объектива 40-см рефрактора и коррекционной линзы 36-см камеры Шмидта Абастуманской астрофизической обсерватории. Н. Б. Кацандадзе, Г. Н. Салуквадзе, А. М. Фишкова	205
11. О возможностях применения селективно поглощающих пленок М. В. Долидзе	209
On the possibilities given by selective absorption films. M. V. Dolidze (Summary)	212
12. Фазовый фильтр с самонастройкой. Л. В. Ксанфомалити	213
Adaptive phase filter. L. V. Xanfomality (Summary)	217
13. Фотокатоды и эффективность счета квантов. Л. В. Ксанфомалити	219
14. ზაფვა მონასევის დე ჩხაიძე ბეკტოლდი.	223
შალვა მონასევი ჭანდა Некролог.	224
15. Хроника	225

დაბეჭდია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

პ/ზ, რედაქტორი ე. ხარაძე
გამომცემლობის რედაქტორი დ. ბაქრაძე
ტექნიკური ნ. ბოკერია
კორექტორი ლ. ჩხაიძე

გადაეცა წარმოებას 25.7.1962; ანაზონის ზომა 7×12 ; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.11.1962;
ქაღალდის ზომა $70 \times 108^1/15$; ქაღალდის ფურცელი 7,25; საბჭდი ფურცელი 19,9;
სააგრძო ფურცელი 19,36; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 19,76;
შეკვეთა 975; უკ 03030; ტირაჟი 600
ფასი 1 მან. 62 კაპ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა
თბილისი, გ. ტაბიძის ქ., № 3/5

1077g

ցտօ 1 թան. 62 յաձ.