

«Бюллетень» содержит результаты наблюдений и исследований, выполненных за последние годы в Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в областях звездной астрономии, астрофизики, изучения Солнца, верхней атмосферы Земли, а также и результаты методических и инструментальных работ.

Отв. редактор Е. К. Харадзе

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАДИЕНТЫ ЗВЕЗДЫ АС ГЕРКУЛЕСА

И. Ф. АЛАНИЯ

Введение. За последние 10—15 лет было опубликовано несколько статей, касающихся спектрального исследования переменной АС Геркулеса, в которых главное внимание уделялось описанию спектров, спектральной классификации, поведению отдельных линий и определению лучевых скоростей по различным элементам. Что касается фотометрии непрерывного спектра, то можно сказать, что такое исследование почти не проводилось. Имеется лишь одна работа, выполненная нами в 1961 году, в которой даются относительные спектрофотометрические градиенты АС Геркулеса в 12 фазах изменения блеска [1]. К сожалению, в силу независящих от нас причин, мы были вынуждены в качестве фотографического материала пользоваться, в основном, пластинками Агфа Астро. Следовательно, обработкой был охвачен небольшой участок спектра, что для поставленной задачи является неблагоприятным фактором. Кроме того, фотометрия переменной проводилась относительно звезды ВД +21°3457, которая по последующим электрофотометрическим наблюдениям Н. Л. Магалашвили и Я. И. Кумсишвили заподозрена в переменности. Следует также отметить, что проведенные нами спектральные наблюдения распределены неравномерно по фазе. Они, в основном, сосредоточены на восходящей ветви кривой блеска. Все эти обстоятельства побудили нас к повторному исследованию непрерывного спектра переменной АС Геркулеса.

Наблюдательный материал. Наблюдения проводились на 70-см меннсковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с предобъективной призмой. Дисперсия спектра 166 ангстр. на мм около Н-гаммы. Спектры были расширены на 0,3 мм. Для стандартизации негативов применялся лабораторный спектрограф ИСП-51 со ступенчатым ослабителем. Данные о наблюдениях приводятся в таблице 1.

Так как мы пользовались непродолжительными выдержками, качество спектров в большинстве случаев хорошее.

Относительные спектрофотометрические градиенты. Записи спектров производились с 40-кратным увеличением на микрофотометре МФ-4. Область спектра, подвергавшаяся обработке,

заключена в пределах 3970—6300 ангстр. На этом участке, с помощью двух или трех характеристических кривых, почернения переводились в интенсивности для 23 длин волн. При этом должное внимание уделялось выявлению областей спектра, где меняются наклоны редуционных кривых. В большинстве случаев две-три конечные точки как в фиолетовых, так и в красных областях спектров отбрасывались ввиду того, что соответствующие им интенсивности не ложились на прямолинейные участки характеристических кривых.

Таблица 1

Table with 6 columns: №№ негативов, Даты, Средние моменты наблюдения в юлианских днях, Экспозиции в минутах, Зенитные расстояния, and Сорт фотографической эмульсии. It lists data for various photographic negatives and their corresponding observations.

Для осуществления относительных измерений в качестве звезды сравнения была выбрана HD 170671, спектр которой наряду с переменной на всех негативах имеет нормальную плотность. Ниже приведены некоторые данные относительно HD 170671.

Table with 7 columns: HD, alpha_1000, delta_1000, Sp, V, U-B, and B-V. It provides specific stellar data for HD 170671, including its spectral type (A3 V) and color indices.

Спектральный класс был оценен нами визуально, сравнением со стандартами МК. Трехцветную электрофотометрию в системе U, B, V выполнил по нашей просьбе научный сотрудник Абастуманской обсерватории О. Абуладзе. Нужно признать, что выбор HD 170671 звездой

Таблица 2

A complex table with 5 columns for wavelengths (lambda) and four columns of intensity or gradient data. It includes a grid of values with signs indicating specific spectral features, such as absorption lines.

сравнения нельзя считать удачным, так как спектральный класс AC Геркулеса меняется в пределах F—G, но по близости к переменной другая подходящая звезда по блеску и по спектру не встречается.

В таблице 2 представлены разности $\Delta \lg I_{\lambda} = \lg I_{\lambda} (AC \text{ Her}) - \lg I_{\lambda} (HD 170671)$. В начале каждой колонки даются номера негативов и соответствующие фазы, вычисленные по элементам

$$\text{Min} = J. D. 2435052 + 75.4619 E.$$

В связи с тем, что угловое расстояние HD 170671 от AC Геркулеса не превышает 0.2 градуса, в данном случае отпадает надобность вводить коррекцию за атмосферную экстинкцию света. На рис. 1 для некоторых фаз иллюстрируются данные таблицы 2.

Рассмотрение рис. 1 и данных таблицы 2 для других фаз показывает, что точки изображающие зависимости $(\Delta \lg I, \lambda^{-1})$ хорошо представляются прямыми, угловые коэффициенты которых, умноженные на 2,303, есть относительные спектрофотометрические градиенты AC Геркулеса (ΔG). Они, вычисленные по способу наименьших квадратов, даются в таблице 3.

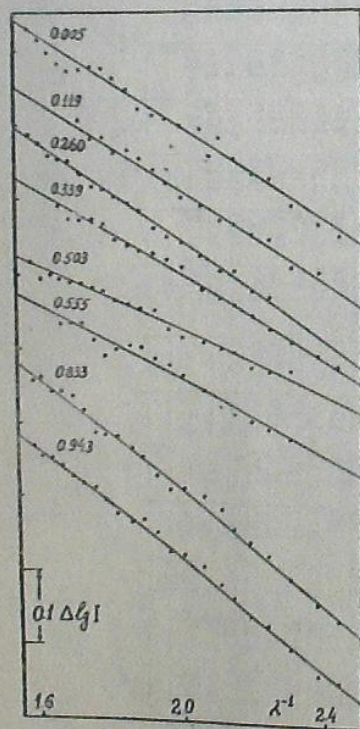


Рис. 1

Абсолютные градиенты. С целью перевода относительных спектрофотометрических градиентов AC Геркулеса в абсолютные, несколько раз, непосредственно до или вслед за HD 170671 фотографировалась звезда δ Геркулеса через диафрагму. В таблице 4 описаны условия проведенных наблюдений.

Таблица 3

№№ негативов	Фаза	ΔG	№№ негативов	Фаза	ΔG
4794	0.005	1.40	3573	0.529	0.89
3506	119	30	3587	542	92
3515	133	10	3601	555	1.19
5582	208	09	4735	609	40
4219	260	12	4982	706	57
4230	274	12	5044	773	51
4241	287	27	3631	807	60
4856	323	29	3640	833	72
3410	339	29	3372	929	61
3530	490	0.94	3383	943	70
3543	503	80	3390	996	42
3558	516	1.07			

Спектральный интервал, охваченный измерениями, довольно большой, в среднем около 1900 ангстр., что исключает произвол при определении наклона прямых. Средняя длина волны наших градиентов равна 5140 ангстр.

Абсолютные градиенты. С целью перевода относительных спектрофотометрических градиентов AC Геркулеса в абсолютные, несколько раз, непосредственно до или вслед за HD 170671 фотографировалась звезда δ Геркулеса через диафрагму. В таблице 4 описаны условия проведенных наблюдений.

Таблица 4

№№ негативов	Д а т ы	Звезда	Экспозиции в минутах	Зенитные расстояния	M (z)	$\Delta M (z)$
4734	4—5.7.1965	δ Her	1—7.5	25.2	1.104	0.015
4735	"	HD 170671	20	23.3	089	
4764	30—31.7	"	18.7	23.3	88	19
4765	"	δ Her	1—5	20.7	69	
4776	31.7—1.8	HD 170671	15	21.5	74	04
4777	"	δ Her	1—6.5	20.8	70	
4814	21—22.8	"	2.5—6.5	30.8	164	50
4815	"	HD 170671	18.7	26.2	14	
4819	22—23.8	δ Her	2.5—6.5	29.3	46	46
4820	"	HD 170671	18.7	24.6	00	
4832	26—27.8	δ Her	2.5—6.5	31.2	68	28
4833	"	HD 170671	18.7	28.8	40	
4854	28—29.8	δ Her	1—5	36.3	240	73
4855	"	HD 170671	18.7	31.1	167	

В шестом столбце таблицы даются значения воздушных масс, взятые из таблицы Бемпорада, а в седьмом образованы разности воздушных масс для исследуемых звезд. Более продолжительные экспозиции HD 170671 по сравнению с таблицей 1 объясняются тем, что пластинки Кодак ОаF, которыми мы располагали в 1965 году по чувствительности уступали эмульсиям, применявшимся в 1963 году.

В таблице 5 представлены разности $\Delta \lg I_{\lambda} = \lg I_{\lambda} (HD 170671) - \lg I_{\lambda} (\delta \text{ Her})$ для различных длин волн. Эти же данные изображены на рис. 2.

Несмотря на то, что координаты HD 170671 и δ Геркулеса значительно отличаются друг от друга, и в данном случае можно игнорировать влияние атмосферного ослабления света. Действительно, как видно из таблицы 4, фотографирование осуществлялось при таких зенитных расстояниях, при которых разности воздушных масс получаются малого порядка.

В таблице 6 даются градиенты HD 170671 относительно δ Геркулеса, вычисленные на основе таблицы 5 по способу наименьших квадратов.

За окончательное значение относительного градиента HD 170671 мы принимаем величину +0.17, как среднюю из семи определений. Таблица 6 показывает, что внутренняя сходимости определения градиентов, когда сравниваются спектры звезд одного и того же спектрального

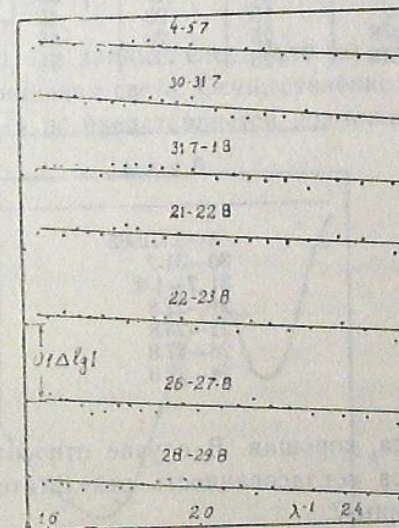


Рис. 2

Таблица 5

λ^{-1}	4-5.7	30-31.7	31.7-1.8	21-22.8	22-23.8	26-27.8	28-29.8
1.587	+0.030	0.205	+0.010	+0.040	-0.020	+0.050	0.075
613	40	—	20	25	30	65	85
639	45	05	20	25	30	50	75
666	55	00	20	35	20	50	70
695	35	00	20	50	30	35	60
724	30	+0.180	+ 05	40	35	10	80
754	20	90	— 10	35	30	15	65
786	10	80	+ 20	50	40	30	60
818	30	70	+ 15	60	50	30	60
852	40	80	15	45	50	15	70
887	40	90	10	10	40	10	75
923	25	80	05	20	40	35	80
961	20	75	+ 5	30	45	30	80
2.000	25	85	— 5	10	75	10	65
057	10	50	30	— 00	45	15	50
105	05	30	20	+ 05	85	20	60
146	10	25	30	+ 05	55	35	35
193	+ 10	35	40	— 00	65	15	50
240	-0.010	25	40	— 5	90	+ 10	40
238	20	40	65	— 00	80	— 10	40
27	15	20	45	+ 10	70	15	30
438	25	20	55	— 00	90	20	25
519	25	—	55	— 40	120	40	10

Таблица 6

Дата	ΔG НД 170371
4-5.7.1965	0.17
30-31.7	20
31.7-1.8	18
21-22.8	15
22-23.8	19
26-27.8	17
28-29.8	15

класса, хорошая. В случае относительной спектрофотометрии АС Геркулеса согласованность результатов немного хуже, как это видно из таблицы 7.

Таблица 7

Дата	№№ негативов	ΔG АС Геркулеса
16-17.8.1963	3529	0.90
"	3530	97
17-18.8	3542	80
"	3543	80
10-11.8.1964	4219	1.17
"	4220	06

Верхним пределом ожидаемых ошибок мы считаем величину ± 0.10 . Абсолютный градиент δ Геркулеса согласно [2] есть 1.26 для 4250 ангстр. После приведения его к 5140 ангстр. градиент звезды НД 170671

получается равным 1.45. Зная последний, относительные значения градиентов АС Геркулеса можно легко привести к абсолютным, что и сделано в третьем столбце таблицы 8. На рис. 3 эти данные нанесены против фаз изменения блеска.

Таблица 8

Фаза	Спектр	G	G'	Фаза	Спектр	G	G'
0.005	F8	2.85	2.68	0.529	F2	2.34	2.17
119	F8	75	58	542	F2	37	20
133	F7	55	38	555	F2	64	47
208	F8	54	37	609	F8	85	68
260	F8	57	40	706	G0	3.02	85
274	F8	57	40	773	G2	2.96	79
287	F8	72	55	807	G0	3.05	88
323	F8	74	57	833	G5	17	3.00
339	F8	74	57	929	G5	06	2.89
490	F2	39	22	943	G5	15	98
503	F2	25	08	996	F8	2.87	70
516	F2	52	35				

Но, прежде чем использовать эти данные, следовало бы освободить их от влияния межзвездного поглощения света. Осуществление же этого в полной мере в настоящее время не представляется возможным. Как

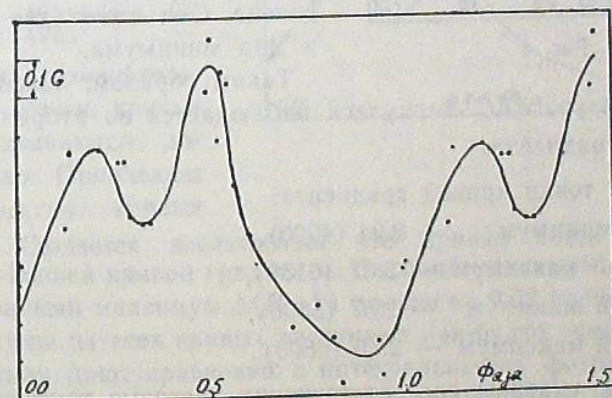


Рис. 3

отмечалось нами в работе [1], в направлении АС Геркулеса космическое поглощение в зависимости от расстояния еще не исследовано. Однако, определенные выше показатели цвета $B-V$ и градиент звезды НД 170671 доставляют некоторые сведения о селективном ослаблении света до 200 парсек в данном направлении. Если принять нормальным $B-V = +0.09$ для звезды спектрального класса А3V, то цветовой избыток НД 170671 будет 0.14. Следовательно, градиент покраснения в данном случае равен 0.26. Более надежным значением градиента покраснения мы считаем величину 0.17, полученную из сравнения распределений ин-

тенсивностей спектра HD 170671 и δ Геркулеса. Но число 0.17 выражает лишь определенную часть искомой величины. Действительное же значение градиента покраснения будет больше, так как расстояние до AC Геркулеса в пять раз превосходит расстояние звезды HD 170671. С другой стороны, подлежащая оценке величина не должна сильно отличаться от 0.17, так как экстремальные показатели цвета AC Геркулеса, взятые из работы [3], после исправления за покраснение света на $E_{B-V} = 0.1$ ложатся на двухцветной диаграмме довольно близко к ветви сверхгигантов. Сказанное иллюстрируется на рис. 4. Нормальные показатели цвета сверхгигантов взяты по Ферри [4]. Кружки относятся к AC Геркулеса.

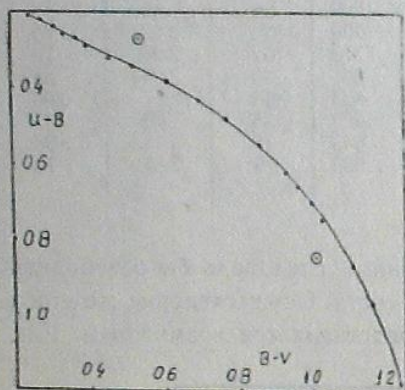


Рис. 4

Отметим, что такую диаграмму для звезд типа RV Тельца впервые построили Престон и другие в цитированной работе [3].

Исправленные значения градиентов (G') даются в четвертом столбце таблицы 8.

Из рисунка 3 можно видеть, что кривая градиента AC Геркулеса проявляет сходство в общих чертах с кривыми блеска звезд типа RV Тельца. Она имеет два максимума и два минимума.

Таким образом, наибольшая цветовая температура AC Геркулеса наблюдается во вторичном максимуме кривой градиента.

Основные точки кривой градиента:

- Главный минимум — 2.94 (4900),
- Первичный максимум — 2.37 (6150),
- Вторичный минимум — 2.57 (5600),
- Вторичный максимум — 2.15 (6800).

В скобках указаны соответствующие цветовые температуры. Как видим, колебание температуры в течение одного цикла составляет почти 2000 градусов.

Сравнение кривой градиента с кривыми блеска и цветов. Перейдем к сопоставлению полученной кривой градиента с колориметрическими характеристиками AC Геркулеса. Для этой цели по обработанному спектральному материалу могут быть построены относительные монохроматические кривые блеска ΔB , ΔV и следовательно кривая цвета $\Delta(B-V)$. $\Delta \lg I_\lambda$ для 4340 ангстр. в таблице 2 практически дают величины ΔB . Величины ΔV получают интерполяцией интенсивностей между строками 5500 и 5600 ангстр. той

же таблицы. Для наглядности они выписаны отдельно в таблице 9.

На рис. 5 изображены кривые $\Delta \lg I_{4340}$, $\Delta \lg I_{5550}$, $\Delta(B-V)$ и кривая градиента G' .

Фаза	$\Delta \lg I_{4340}$	$\Delta \lg I_{5550}$	$\Delta(B-V)$
0.005	-0.215	0.138	0.88
119	067	396	82
133	115	350	59
208	100	340	60
260	—	368	—
274	080	348	67
287	—	328	—
323	—	315	—
339	025	315	72
490	030	254	56
503	047	242	49
516	070	302	58
529	118	298	45
542	110	343	58
555	117	342	56
609	105	428	81
706	070	435	91
773	005	350	86
807	—	350	—
833	110	268	94
929	270	058	82
943	295	075	92
996	—	092	—

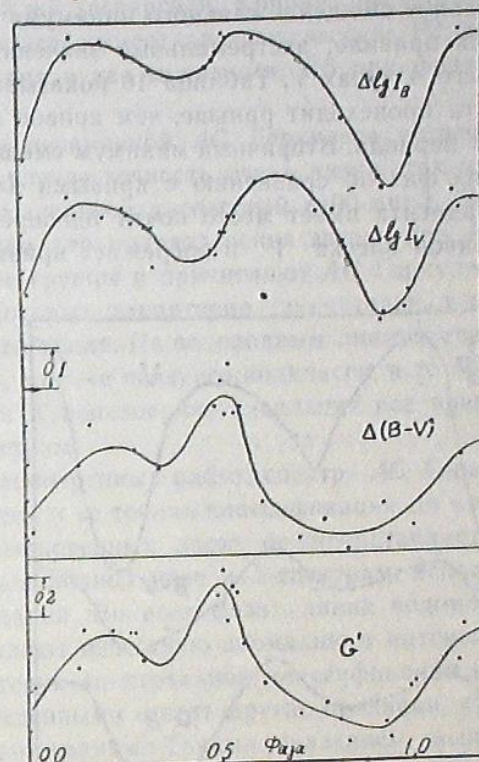


Рис. 5

Несмотря на незначительное количество точек, кривые блеска вырисовываются довольно отчетливо. Привлекает внимание сходство кривых

$\Delta(B-V)$ и G' . Создается впечатление, что кривая цвета $\Delta(B-V)$ является почти копией кривой градиента. Высокий максимум последней опережает вторичный максимум $\Delta(B-V)$ только на 0.02 периода. Главные же максимумы на всех кривых наступают как-будто одновременно.

Иную картину дают сравнения с интегральными фотоэлектрическими кривыми, которые по [3] вместе с кривой градиента воспроизведены на рис. 6.

Координаты основных точек этих кривых выписаны в таблице 10.

Таблица 10

Кривая	I минимум		I максимум		II минимум		II максимум	
U	10.39	0.95	8.16	0.18	8.98	0.44	8.26	0.59
B	9.43	965	7.80	18	8.54	45	8.00	61
V	8.37	985	7.14	195	7.84	465	7.39	71
U-B	0.91	86	0.33	13	0.51	37	0.24	58
B-V	1.10	965	0.63	145	0.78	375	0.57	575
G'	2.94	905	2.40	20	2.57	33	2.15	50

Легко заметить, что и в цветах $U-B$ и $B-V$ переменная несколько ярче во вторичном максимуме, чем в главном. В общем, цветовые кривые опережают кривые U, B, V . В то же время наблюдается значительное смещение главного минимума в цвете $U-B$ относительно $B-V$. Как правило, экстремальные значения переменной наступают позднее всего в лучах V . Таблица 10 показывает, что главный минимум градиента происходит раньше, чем кривой $B-V$, но он отстает от $U-B$ на 0.1 периода. Вторичный минимум смещен незначительно в сторону меньших фаз по сравнению с кривыми $U-B$ и $B-V$. Первый максимум градиента имеет место почти одновременно с высоким максимумом кривой блеска V и опережает кривые $B-V$ и $U-B$ на 0.06—0.07

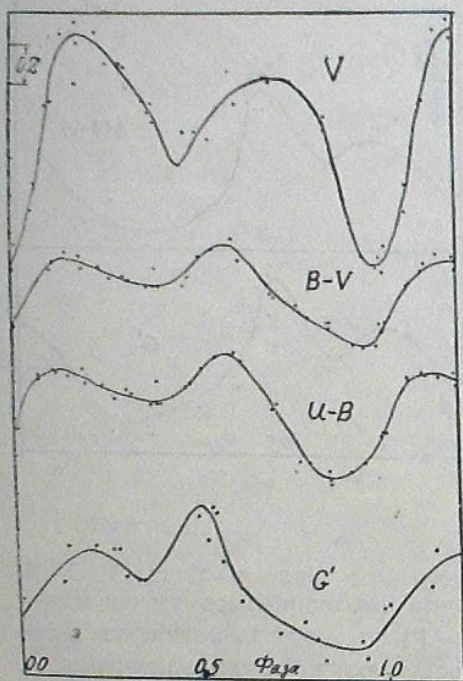


Рис. 6

периода. Смещение высокого максимума градиента относительно вторичных максимумов кривых рис. 6 по фазе заключено в пределах 0.08—0.21. В частности, для кривой $B-V$ оно достигает величины 0.08, что является довольно большой по сравнению с тем, что наблюдается в случае кривой $\Delta(B-V)$.

Спектральные изменения. Чтобы выяснить характер изменения градиента AC Геркулеса в зависимости от спектрального класса, необходимо произвести определения спектральных классов переменной в наблюдаемых фазах.

Еще в 1950 году Розино [5] заметил, что водородные линии поглощения, линии H и K ионизованного кальция и полоса G при спектральной классификации AC Геркулеса не дают согласованных результатов. Он пользовался щелевыми спектрами с дисперсией 123 анг. на мм около H -гаммы, на которых хорошо выделялись полосы поглощения CN и CH . По этому признаку спектра переменная была отнесена к пекулярным углеродным звездам и ее спектр, когда видны указанные молекулярные полосы, получил обозначение R_p .

Более детальное описание спектров с дисперсией 10 анг. приводится в работе Санфорда [6]. В фазах 9, 11, 13, 42 и 50 дней после главного минимума сильные линии поглощения однажды ионизованных элементов Fe, Sr, Ti, Sc, Ba и некоторые очень сильные линии нейтрального желе-

за и кальция раздвоены. Водородные линии поглощения в спектре присутствуют всегда, но когда возрастает блеск звезды, они сопровождаются эмиссионными компонентами. Спектральные классы были оценены путем сравнения спектров AC Геркулеса со спектрами звезд с характеристикой „ C^+ “, полученными с той же дисперсией. Кривая, представляющая изменения спектрального класса, имеет два максимума: $F2$ при фазе 15 дней и $A9$ при фазе 42 дня и два минимума: $K5$ при фазе 2 дня и $G8$ при фазе 31 день.

Спектральная классификация переменной AC Геркулеса встречается и в работе [3], но в данном случае точность очень низка, так как спектры получались со слишком маленькой дисперсией (400 анг.). Тем не менее авторы находят признаки для подразделения звезд типа RV Тельца на три спектроскопические группы и причисляют AC Геркулеса к той группе переменных, для которых характерна значительная пекулярность спектра в течение всего цикла. По водородным линиям спектры меняются от $F5$ до $G0$ или до более позднего подкласса, в то время как интенсивности линий H и K ионизованного кальция все время соответствуют более ранним спектрам.

Как можно заключить из рассмотренных работ, спектр AC Геркулеса носит очень сложный характер и ее точная классификация по критериям, разработанным для обычных звезд не представляется возможной. Сказанное относится в полной мере и к спектрам, использованным в настоящем исследовании. Во всех фазах линии водорода и ионизованного кальция показывают известную аномалию в интенсивностях, ввиду чего они как критерии спектральной классификации исключаются. Мы оказались вынужденными искать другие признаки, чувствительные к температурным изменениям. Такими оказались вышеупомянутые полосы CN и CH . На нисходящей ветви кривой градиента после вторичного максимума в спектре от 4155 до 4215 ангстр. появляется полоса поглощения, интенсивность которой по мере увеличения градиента все время возрастает. Что касается полосы G (CH -происхождения), то она все время присутствует в спектре и испытывает очень заметные изменения с температурой. То же самое можно сказать относительно линии 4325 в спектральном классе G . По этим критериям была сделана попытка спектральной классификации AC Геркулеса. Для этого интенсивности выделенных участков спектра переменной визуально сравнивались с интенсивностями соответствующих участков в спектрах стандартных звезд MK , светимостей Iv . Определенные таким путем спектральные классы приведены во втором столбце таблицы 8. Как видим, спектр меняется в пределах $F2 - G5$. При этом от фазы 0.996 до 0.323 спектральный класс остается постоянным ($F8$). То же самое имеет место в интервале фаз 0.490—0.555 ($F2$). Но так как в этих участках градиенты показывают изменения, то постоянство спектральных классов, по-видимому, обусловлено тем, что при сравнительно незначительных колебаниях цветовой температуры изменения интенсивностей выбранных полос в случае глазомерных оценок остаются незамеченными.

Таким образом, высокому максимуму кривой градиента соответствует спектральный класс F2. Цветовая температура переменной в это время равна 6800°. Согласно Кинан и Моргану, сверхгиганты данного спектрального подкласса имеют эффективную температуру 7000°. Если учесть, что определенные нами градиенты еще отягощены влиянием межзвездного покраснения света, то нужно признать, что согласие в данном случае хорошее. То же самое нельзя сказать относительно эпохи минимума, когда переменная, согласно нашей оценке, имеет спектральный класс G5Iv. В этой фазе цветовая температура превосходит на 600° эффективную температуру нормального сверхгиганта того же спектрального класса. Вместе с тем при полном учете поглощения света до AC Геркулеса эта разница еще возрастет. Нужно отметить, что слабым местом при проведенных сопоставлениях является то обстоятельство, что мы не располагаем точной спектральной классификацией AC Геркулеса. Однако, определенное расхождение останется и при наличии точной классификации, ввиду того что атмосферы звезд типа RV Тельца имеют другое строение, чем атмосферы нормальных сверхгигантов. Кстати, и в случае нормальных звезд наблюдается расхождение между этими двумя температурами.

Для выяснения физических процессов, происходящих в атмосфере переменной AC Геркулеса, представляет определенный интерес сравнение наблюдаемых цветовых температур с температурами возбуждения и ионизации. К сожалению, эти важные физические параметры атмосферы данной звезды до настоящего времени еще не определены.

Выше отмечалось, что в эпоху возрастания блеска после главного минимума в спектре AC Геркулеса появляются яркие линии водорода. В случае холодных звезд присутствие в спектре ярких линий часто связывается с предположением о распространении в атмосферах этих звезд ударных волн. При прохождении ударной волны в водородном газе его температура повышается до высокой степени и происходит ионизация атомов, после чего в результате рекомбинации возникает свечение в линиях бальмеровской серии. При этом яркие линии станут выделяться на фоне непрерывного спектра звезды только тогда, когда температура, зависящая от скорости ударной волны, достигнет такого значения, что будет обеспечена достаточно высокая степень ионизации водорода. Отсюда следует, что наиболее сильная эмиссия соответствует максимуму степени ионизации водорода. Интересно установить из наблюдений, совпадает ли этот максимум с максимумом цветовой температуры?

Просмотр спектрограмм, полученных на восходящей ветви кривой блеска AC Геркулеса с 18 по 26 августа 1960 года [1], показывает, что яркие линии водорода наиболее четко выделяются на фоне непрерывного спектра только 22 августа при фазе 0.58, то есть почти в середине восходящей ветви кривой градиента после главного минимума. Для проверки этого эффекта был проведен новый цикл наблюдений с 15 августа 1966 года. На этот раз эмиссионные линии максимальной интенсив-

ность показали при фазе 0.027 (17 августа). Таким образом можно заключить, что максимальная степень ионизации водорода значительно предшествует первичному максимуму цветовой температуры. Сама фаза максимума ионизации, по-видимому, меняется в определенных пределах от цикла к циклу блеска.

Выводы. 1. Проведена фотометрия непрерывного спектра переменной AC Геркулеса в 23 фазах блеска на основе спектрального материала, полученного в 1963—1966 гг. Несмотря на сложный вид спектров, который обусловлен сложными процессами, протекающими в атмосфере переменной, относительное распределение энергии во всех фазах хорошо представляется прямыми, что позволило определить спектрофотометрические градиенты в наблюдаемых фазах.

2. Цветовая температура колеблется в течение цикла в пределах 4900—6800°. Переменная горячее всего во вторичном максимуме.

3. Спектральный класс переменной, оцененный по интенсивностям полос поглощения CN и CH меняется от F2 до G5.

4. Максимальное значение цветовой температуры при спектральном классе F2 хорошо согласуется с эффективной температурой нормальных сверхгигантов того же спектрального класса. В минимуме блеска наблюдается значительное расхождение между ними.

5. Сделано заключение, что момент максимальной степени ионизации водорода в атмосфере переменной предшествует первичному максимуму цветовой температуры.

Рассмотрение значений относительных спектрофотометрических градиентов, данных в работе [1], показало, что только в 5-ти случаях они сильно отклоняются от кривой рис. 3 настоящего исследования. Причины этого названы в начале статьи.

В заключение автор выражает благодарность младшему научному сотруднику обсерватории В. А. Ощепкову за помощь при обработке спектрального материала.

Сентябрь, 1966.

პარსკვლავის ჰერკულესის AC-ს სპექტროფოტომეტრიული
გრადიენტები

ი. ალანია

(რეზუმე)

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 70 სმ მენისკურ ტელესკოპზე მიღებული სპექტრების საშუალებით ჰერკულესის AC-ს სიკაშკაშის 23 ფაზაში განსაზღვრულია სპექტროფოტომეტრიული გრადიენტები და გამოყვანილია გრადიენტის ცვლილების მრუდი. ცვლადის ფერითი ტემპერატურა იცვლება შუალედში 4900—6800°. ამასთანავე, მაქსიმალური ტემპერატურა შენიშნულია გრადიენტის ცვლილების მრუდის პეორად მაქსიმუმში. სპექტრული კლასი, განსაზღვრული CN და CH შთანთქმის ზოლების ინტენსივობებით,

იცვლება F2-დან G5-მდე. სიკაშკაშის მეორად მაქსიმუმში ფერიითი ტემპერატურის მნიშვნელობა კარგად ეთანხმება F2 სპექტრული კლასის ნორმალური ზეგიგანტების ეფექტურ ტემპერატურას, მაშინ როცა მინიმუმში მნიშვნელობანი განსხვავდება. გრაფიკის მრული და $\Delta(B-V)$ ფერის მრუდები თითქმის არ უჩვენებენ ჩანაცვლებას. ღრმა მინიმუმიდან აღმავალ შტოზე მიღებული სპექტრების განხილვის საფუძველზე ნავარაუდევია, რომ ცვალებადის ატმოსფეროში წყალბადის იონიზაციის მაქსიმუმის მომენტი წინ უსწრებს ფერიითი ტემპერატურის პირველად მაქსიმუმს.

SPECTROPHOTOMETRIC GRADIENTS OF AC HER

I. F. ALANIA

(Summary)

The spectrophotometric gradients of AC Her in 23 phases of brightness are determined and a curve of gradient variations is drawn on the base of the objective-prism spectra obtained with the 70-cm meniscus telescope of the Abastumani observatory.

Colour temperature of this variable varies in the range of 4900—6900°. At the same time the maximum of temperature coincides with the secondary maximum of the gradient variation curve.

The spectral class, determined by CN and CH absorption band intensities, varies from F2 to G5. In the secondary maximum of light the value of colour temperature agrees well with effective temperature of the normal supergiants of type F2, while in the minimum there is a considerable difference.

The gradient curve and the colour curve $\Delta(B-V)$ scarcely show any relative displacement. The spectra related to the light curve part raising from the deep minimum are discussed and it is suggested that in the atmosphere of this variable the hydrogen ionization maximum moment precedes that of the colour temperature primary maximum.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алания И. Ф. Спектрофотометрия непрерывного спектра переменной AC Геркулеса. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс. 1962, 28, 105—112.
2. Chalonge D. et Divan L. Recherches sur les spectres continus stellaires. Ann. d'Aph. 1952, 15, 201—236.
3. Preston G. W., Krzeminski W., Smak J. and Williams J. A. A spectroscopic and photoelectric survey of the RV Tauri stars, Aph. J. 1963, 137, 401—430.
4. Fernie J. D., Intrinsic colors of supergiants. A. J. 1963, 68, 780—784.
5. Rosino L. The spectra of variables of the RV Tauri and yellow semiregular types. Aph. J. 1951, 113, 60—71.
6. Sanford R. F. The velocity and spectrum of AC Herculis from coude spectrograms. Aph. J. 1955, 121, 318—325.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА МЕТАЛЛИЧНОСТИ С ФАЗОЙ У ЗВЕЗД ТИПА RR ЛИРЫ

И. Ф. АЛАНИЯ

В 1958 г. в Абастуманской астрофизической обсерватории на 70-см менисковом телескопе с предъобъективной призмой нами были начаты наблюдения звезд типа RR Лиры, главным образом с целью их спектральной классификации. В 1959 г. мы представили в печать первые результаты проведенной работы относительно 10 звезд [1], в которой в качестве критерия классификации применялось отношение интенсивностей линий K и H+H_γ. Редукционная кривая была построена по звездам Плеяд пятого класса светимости. В том же году вышла в свет обширная работа Престона, содержащая классификацию спектров больше 100 звезд по водородным линиям поглощения и по линии K ионизованного кальция [2]. Классификация проведена визуально, относительно стандартов МК главной последовательности. Сравнение наших данных с результатами Престона показало, что спектральные классы, определенные нами по отношению K:H+H_γ, находятся в хорошем согласии со спектрами, оцененными Престоном по линии K [3].

В цитированной работе Престон ввел понятие степени металличности $\Delta S = 10 [\text{Sp}(H) - \text{Sp}(CaI)]$ и обнаружил корреляцию между этой величиной и другими характеристиками короткопериодических цефеид. Но как меняется в течение периода параметр ΔS для конкретной звезды в работе Престона не рассматривается, может быть из-за того, что за исключением двух-трех звезд материал Престона недостаточен для построения кривых спектрального изменения. Однако Ланге, разбив звезды из списка Престона по длине периодов на четыре группы и осреднив для них значения ΔS , обнаружил, что кривая ΔS имеет два максимума и два минимума [4].

Очевидно, что для установления характера изменения параметра ΔS с фазой блеска, необходимо наличие хорошо распределенных по фазе точных оценок спектральных классов. Вспомним, что Престон получал спектры с помощью небулярного спектрографа присоединенного к кросслеевскому рефлектору Ликской обсерватории с дисперсией 430 ангстрем на мм около H-гаммы. Конечно, при такой дисперсии нужная точность никак не может быть обеспечена. Спектры, получаемые на 70-см менисковом телескопе Абастуманской обсерватории, имеют дисперсию 166 ангстрем и успешно применяются для спектральной класси-

P-51235

