

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 особенными 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 менниковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с июля 1960 г. Последняя спектрограмма получена 15 октября 1960 года. Дисперсия спектра 166А/мм около линии Н γ . 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. Пластины проявлялись при +18°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 6500А, 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 фотографичес. эмульсии
1688	13.8.1960	5	2437160.250	Кодак ОаЕ
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	"

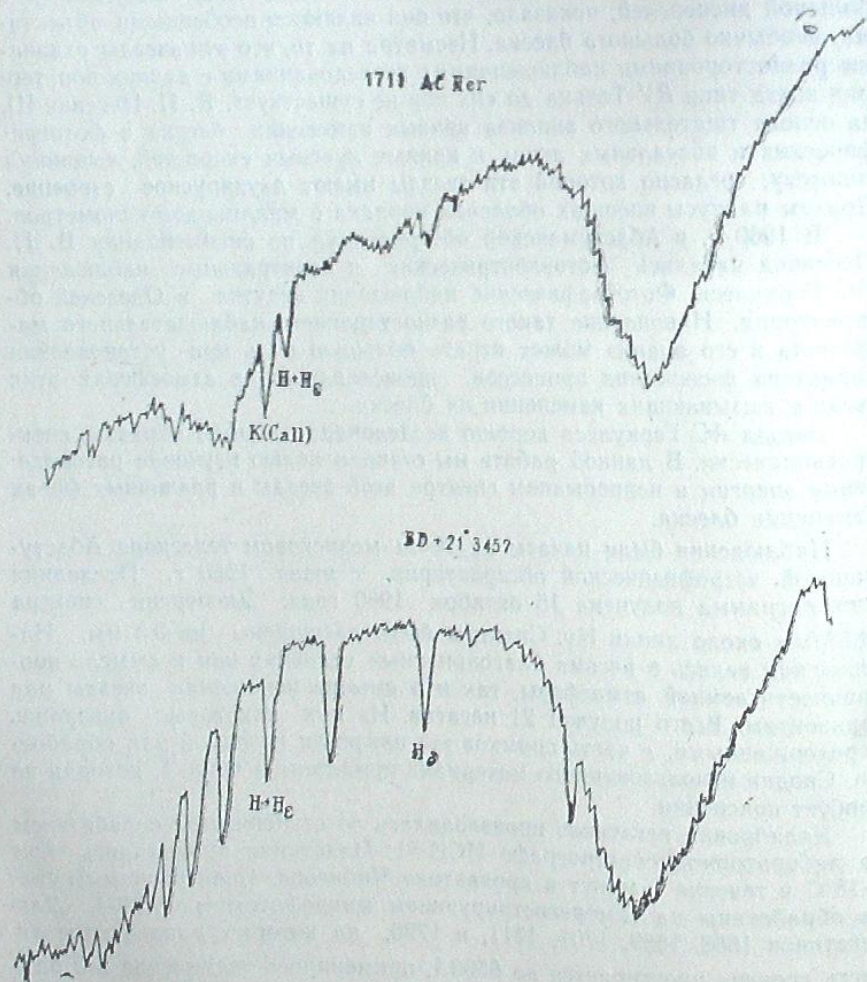


Рис. 1

Звездой сравнения служила звезда спектрального класса AOV, $BD+21^\circ 3457$, 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 регистрограммы AC Геркулеса и звезды сравнения $BD+21^\circ 3457$.

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 отгибающие 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 регистрограммы исследуемой и стандартной звезды совершенно одинаково обрабатывались.

Сравнение распределения энергии в спектрах AC Геркулеса и звезды $BD+21^\circ 3457$ 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 $\lambda=4855\text{Å}$. Остальные спектрограммы со стороны коротких длин волн оказались недодержанными, ввиду чего измерения на них начинались с $\lambda=3910\text{Å}$ и продолжались до 6500Å . Полученные зависимости $[\lg J(AC\text{Her}) - \lg J_0(BD+21^\circ 3457), \lambda^{-1}]$ 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

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

Как видим из рис. 2, в фазах 0.017 и 0.030 непрерывный спектр AC Геркулеса на протяжении от 3900 до 6500Å удовлетворительно представляется одним значением цветовой температуры. Вблизи минимума блеска (негативы 1688, 1689, 1701) зависимости $(\lg J - \lg J_0, \lambda^{-1})$ около длины волны $\lambda=4765\text{Å}$ 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 $\lambda=3865\text{Å}$ наблюдаются изломы. По-видимому они объясняются депрессией непрерывного спектра звезды сравнения с длинноволновой стороны от бальмеровского континуума, обусловленной, в основном, блендированием водородных линий. Также нельзя признать 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:

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

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 поглощательной 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 наблюдаемых 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 В — звезды из каталогов Стеббинса и В. Б. Никонова в пределах 2 градусов от звезды

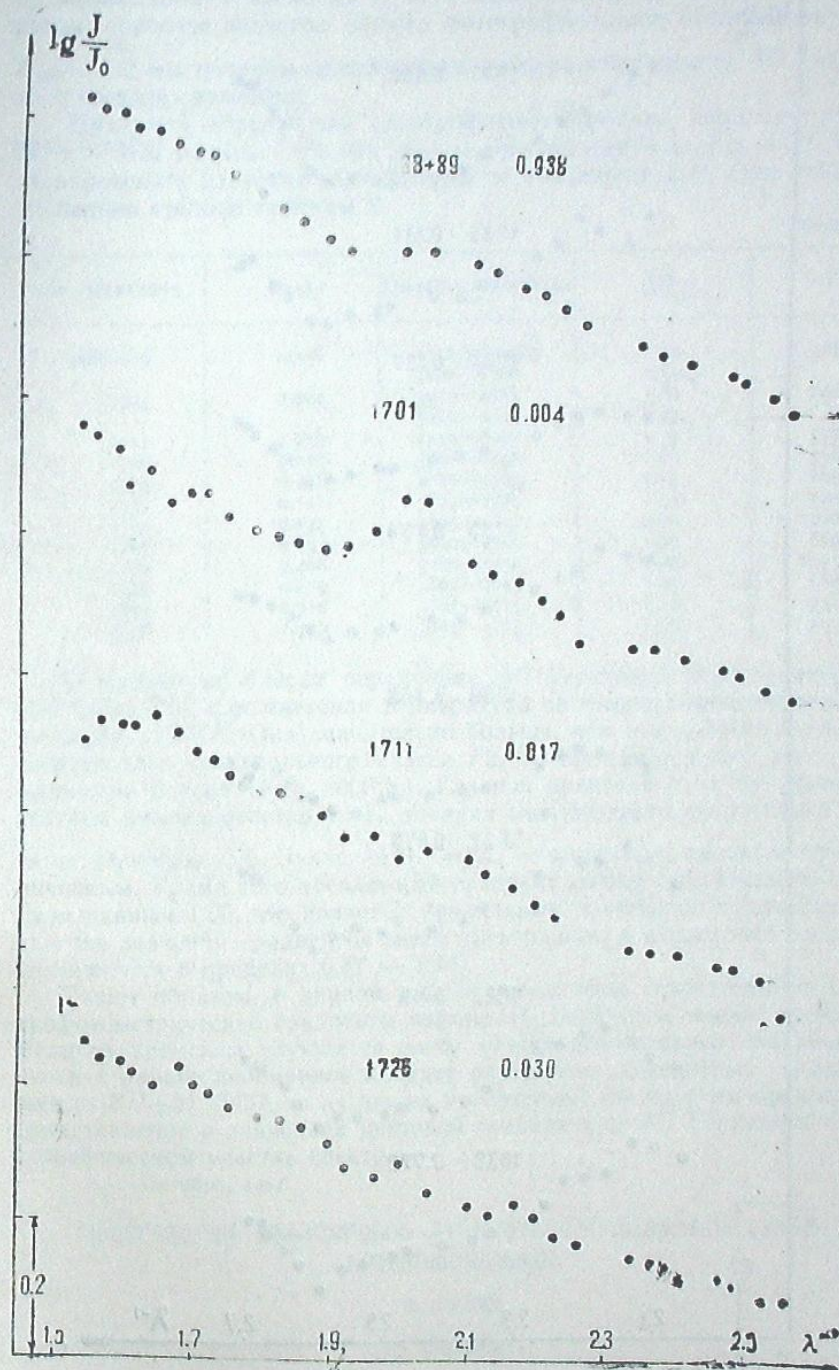


Рис. 2

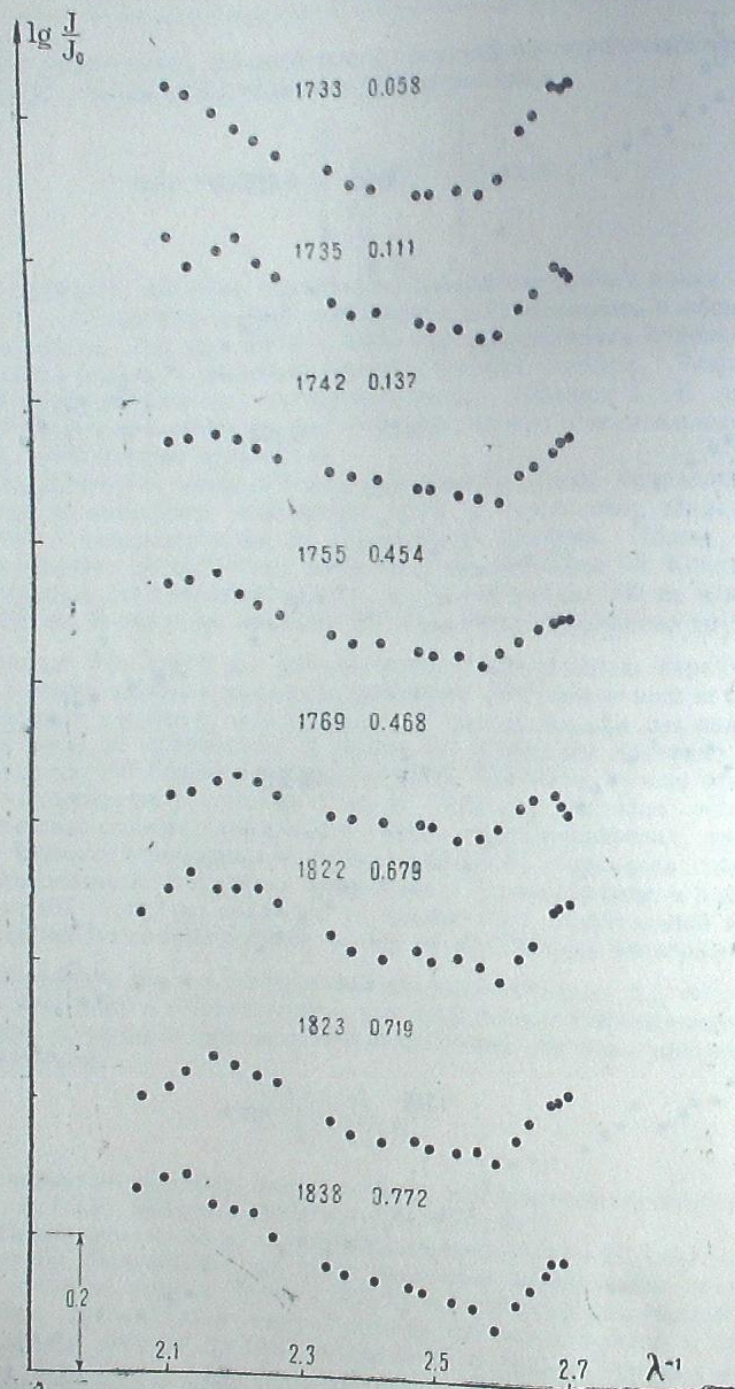


Рис. 3

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

Принимая абсолютный спектрофотометрический градиент звезды BD+21°3457 равным 1.00, как звезды спектрального класса AOV, 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—4695	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 $A^m = 1.2$, 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.

ცვალეზადის ჰერკულესის AC-ს უწყვეტი სპექტრის სპექტროფოტომეტრია

ი. ალანია

(რეზუმე)

შესწავლილია ცვალეზადის ჰერკულესის AC-ს უწყვეტ სპექტრში ენერგიის განაწილება სიკაშკაშის სხვადასხვა ფაზაში. დაკვირვებითი მასალა მიღებულია

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის 70-სმ მენისკურ ტელესკოპზე. მასალის აღწერა მოცემულია პირველ ცხრილში. სიკაშკაშის 12 ფაზისათვის განსაზღვრულია ფარდობითი სპექტროფოტომეტრიული გრადიენტები. შესაღარ ვარსკვლავად გამოყენებულია $BD + 21^{\circ} 3457$, რომელიც ნახევარ გრადუსზე უფრო ახლოსაა ცვალებადთან. მისი სპექტრული კლასია $A0V$. ჩავთვალოთ რა მისი გრადიენტი 1-ის ტოლად, გამოვითვალოთ ცვალებადის ყველა დაკვირვებული ფაზისათვის ფერითი ტემპერატურების მნიშვნელობები, რომლებიც მოცემულია მეორე ცხრილში.

ოქტომბერი, 1961.

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. общ. 1953, 3, 30—60.
2. Calverly R. L. An analysis of galactic structure in the direction of Aquila. Aph. J. 1951, 114, 123—131.
3. Barbier D. et Chalonge D. Etude du rayonnement continu de quelques étoiles entre 3100 et 4600 Å. Ann. d' Aph. 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 призмных камерах: 1) метровая камера 40-см рефрактора, диаметр объектива 20 см, преломляющий угол призмы 16° и II) 70-см менисковый телескоп, преломляющий угол призмы 8° . На первой призмной камере наблюдения были прерваны на третий день, т. к. звезда ослабела и стала недоступной для наблюдений на этом приборе. На второй призмной 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, $\alpha = 17^{\circ} 38.6$, $\delta = -6^{\circ} 14'$ (1900), 10, Var, Sp—pec) неправильная переменная, сходная со звездами типа T 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 пластинках Кодак ОаЕ. Калибровочные снимки получены на пластинках из тех же коробок, что и основные на шелевом 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