

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 11

НОЯБРЬ, 1975

ВЫПУСК 4

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ДВУХ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЗВЕЗД, ОБНАРУЖЕННЫХ «ОРИОНОМ-2»

Г. А. ГУРЗАДЯН, Дж. Б. ОГАНЕСЯН

Поступила 10 ноября 1974

Пересмотрена 13 ноября 1975

В ходе обработки материалов, полученных во время эксперимента «Орион-2», было обнаружено много «ультрафиолетовых» звезд, то есть звезд, у которых непрерывный спектр в области длин волн по крайней мере до 2500 Å довольно сильный. В статье приводятся результаты обработки спектрограмм двух из таких объектов — звезд № 10 и 50; обе они слабее 10-ой величины. Найдено, что распределение энергии в спектрах этих звезд соответствует температурам выше 20000°K, а оценка их абсолютной светимости не указывает на их принадлежность к обычным горячим гигантам.

В декабре 1973 г. с помощью космической обсерватории «Орион-2», установленной на космическом корабле «Союз-13», были получены спектрограммы большого количества слабых звезд — слабее 12-ой величины — в области длин волн короче 3000 Å и до 2000 Å. При этом был использован широкоугольный менисковый телескоп с объективной призмой ($\alpha = 4^\circ$). Основные данные этого телескопа кассегреновой системы следующие: диаметр входного отверстия 240 мм, эквивалентное фокусное расстояние 1000 мм, угловое поле зрения 5°, дисперсия 550, 280 и 170 Å/мм на 3000, 2500 и 2000 Å соответственно, что обеспечивает спектральное разрешение, равное 28, 14 и 8 Å на тех же длинах волн при достигнутой в условиях орбитального полета точности работы следящей системы стабилизированной платформы «Орион-2» ($\pm 5''$). Все оптические элементы телескопа были выполнены из плавленого кварца. Фотографирование спектров произведено на фотопленке Кодак 103-О-UV, sensibilizированной раствором А-3177 и ограничивающей длинноволновую границу спектров на 5000 Å. Подробности об аппаратуре «Орион-2», принципе ее работы и методике управления космонавтами см. в [1].

В ходе обработки материалов, полученных во время этого эксперимента, было обнаружено много «ультрафиолетовых» звезд, под которыми мы подразумеваем те звезды на наших снимках, у которых непрерывный спектр в области длин волн по крайней мере до 2500 Å вполне заметен. Так, например, в созвездии Возничего, недалеко от Капеллы, была обнаружена группа примерно из двадцати «ультрафиолетовых» звезд слабее 10-ой величины, рассеянных в области неба ($\alpha \sim 05^h 30^m$, $\delta \sim +47^\circ$) площадью меньше 0.5 квадратных градусов. Список этих звезд, репродукции их спектров и карта отождествления приведены в [2]. В настоящей статье приводятся результаты измерения спектров одной из этих звезд, обозначенной под № 50, а также другой, похожей на нее звезды — № 10, находящейся в той же области неба; ее местонахождение указано на рис. 1. Репродукция спектра звезды № 50 показана на рис. 2; две спектрограммы снизу принадлежат соседним звездам почти того же блеска, но заведомо поздних классов «Орлово-Восковский» снимок спектра звезды № 10 можно найти в [1].

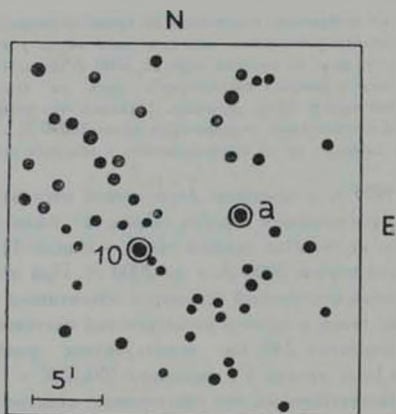


Рис. 1. Карта отождествления звезды № 10. $a = (SAO) 040137$ ($\alpha = 05^h 10^m 1$, $\delta = +45^\circ 09'$, $B = 9.7$, $V = 8.1$).

Звезды № 50 и 10 отсутствуют в просмотренных нами каталогах, чьи звездные величины не были известны. По измерениям О. В. Оганесяна, проведенным им по нашей просьбе на пластинках, полученных из

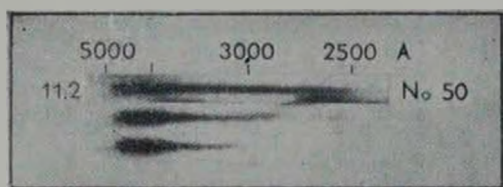


Рис. 2. Спектр звезды № 50, полученный «Орионом-2». Экспозиция 18 мин. Две нижние спектрограммы принадлежат соседним звездам того же блеска, но поздних классов

К ст. Г. А. Гурзаяна, Дж. Б. Огамесян

21-дюймовом телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории, фотометрические и колориметрические характеристики указанных звезд следующие:

	V	B	B - V
звезда № 10	$10^m 75$	$10^m 84$	$+0^m 09$
звезда № 50	11 16	11 26	-0.10

Из имеющихся двух спектрограмм для каждой из упомянутых звезд, полученных с экспозициями 18 мин (кадр F 21) и 1.5 мин (F 20) подвергнуты окончательной обработке только F 21. Микрофотометрические записи этих спектров, полученные на саморегистрирующем микрофотометре

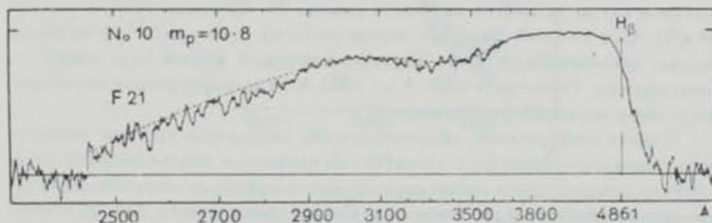


Рис. 3 Микрофотометрическая запись спектра звезды № 10 (F 21). Пунктирной линией указан принятый уровень непрерывного спектра.

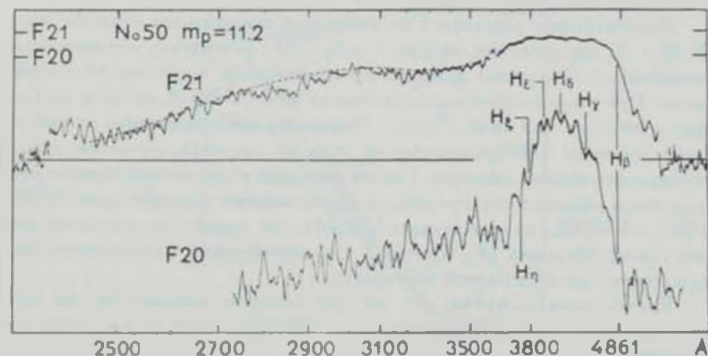


Рис. 4 Микрофотометрическая запись спектра звезды № 50 (F 21 и F 20). Пунктирной линией указан принятый уровень непрерывного спектра.

МФ-4, приведены на рис. 3 и 4. Для звезды № 50 на рисунке изображена также запись спектра с F 20, у которой непрерывный спектр, коричне

3600 А, оказался недодержанным, а на длинноволновой части (3600 — 5000 А), несмотря на крайне низкую дисперсию, можно заметить линии поглощения багмеровской серии водорода.

Обработка самих спектрограмм производилась обычным способом. При этом характеристическая кривая была построена по лабораторным спектрограммам, сфотографированным на штатной пленке «Орион-2», побывавшей в космосе и оставшейся неиспользованной в его кассете. Наклоны характеристических кривых, построенных для трех участков длин волн — 2300—2550 А, 2500—3200 А и 3200—4000 А — оказались практически одинаковыми. Поэтому при обработке спектрограмм была использована одна общая характеристическая кривая для всего рабочего диапазона, в данном случае от 2500 А до 3600 А (звезда № 10) или до 3700 А (звезда № 50). Сам рабочий диапазон определялся из требования использовать только прямолинейную часть характеристической кривой при обработке спектрограмм. Область от 3800 А до 5000 А на спектрограммах изучаемых нами звезд оказалась передержанной.

Кривая спектральной чувствительности оптической системы менискового телескопа «Орион-2» с объективной призмой и использованной пленки была найдена путем сопоставления наблюдаемого и теоретического непрерывных спектров трех близких к Солнцу звезд класса АО, для которых наблюдаемые цвета В—V оказались равными нулю, а следовательно, они в меньшей степени подвержены влиянию межзвездного селективного поглощения (подробности даны в [3]).

Окончательные результаты по измерению непрерывных спектров звезд № 10 и 50 представлены на рис. 5 и 6, где прилепена относительная интенсивность излучения в координатах звездная величина Δm , длина волны. При этом интенсивность излучения на $\lambda = 3200$ А принята за единицу и $\Delta m = -2.5 \lg (F_\lambda / F_{3200})$. Найденные непосредственно из наблюдений величины Δm обозначены на этих же рисунках кружками, соединенными сплошными линиями. Там же нанесены теоретические кривые распределения энергии в спектре звезд с эффективными температурами 10000°, 20000° и 50000° К (во всех случаях $\lg g = 4$); эти кривые построены по данным таблиц Михаласа [4]. Кривая $T = \infty$ соответствует планковскому распределению при бесконечной температуре.

Контрольные измерения тех же спектрограмм, выполненные на другом регистрирующем микрофотометре — ИФО-451, дали те же самые результаты.

Наблюдаемое распределение энергии в спектрах звезд № 10 и 50, как следует из рис. 5 и 6, соответствует температуре больше 10000° и меньше 20000° К. Но это без учета влияния межзвездного селективного поглощения, которое, как известно, быстро увеличивается в сторону коротких волн. Мы попытались учесть этот эффект, вернее дифференциальный—

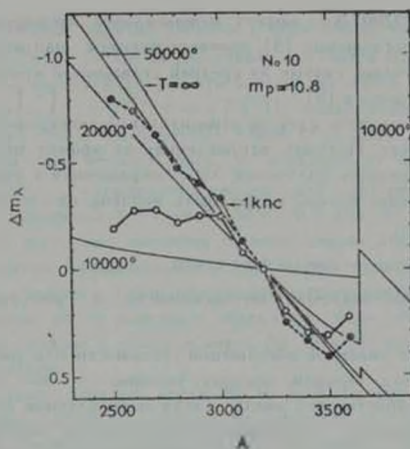


Рис. 5. Распределение энергии в спектре звезды № 10 в области длин волн 3800—2500 Å: кружки — наблюдения, точки — исправленные на межзвездное поглощение. Кривые суть теоретическое распределение непрерывного спектра по данным [4]. Кривая $T = \infty$ соответствует планковскому распределению при бесконечной температуре.

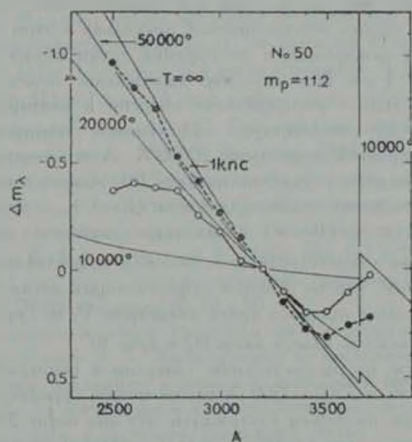


Рис. 6. То же самое для звезды № 50, см рис. 5

относительно $\lambda = 3200 \text{ \AA}$ — эффект межзвездного поглощения, используя данные о самом поглощении [5], соответствующем направлению звезды $\alpha \text{ Cam}$. Эти величины, снятые из средней сглаженной кривой поглощения для $\alpha \text{ Cam}$, приведены в [9].

В нашем случае речь идет об относительной спектрофотометрии интересующих нас звезд. Поэтому, исправленная за эффект межзвездного поглощения, интенсивность излучения Δm^* , выраженная в звездных величинах, на данной длине волны, может быть найдена из следующего соотношения:

$$\Delta m^* = \Delta m + r(a - a_{3200}),$$

где Δm есть наблюдаемая интенсивность, r — расстояние звезды, $a_{3200} = 1^m75$.

Мы ничего не знаем об абсолютной светимости или расстоянии интересующих нас звезд. Примем, поэтому, условно $r = 1 \text{ клс}$, имея в виду относительную слабость этих звезд. Тогда исправленное за эффект межзвездного селективного поглощения распределение энергии в спектрах звезд № 10 и 50 получается в виде, изображенном на рис. 5 и 6 черными кружками, соединенными пунктирными линиями.

У нас нет основания усомниться в том, что эффект межзвездного поглощения был учтен нами в допущениях, выходящих за разумные пределы. Скорее всего, наоборот. С другой стороны, если мы примем расстояние этих звезд больше 1 клс, то получим для распределения энергии в их спектре результат просто неестественный, поскольку в этом случае исправленные за эффект межзвездного поглощения точки окажутся выше кривых $T = \infty$ на рис. 5 и 6. Поэтому мы вынуждены будем прийти к заключению, что истинное распределение энергии в непрерывном спектре звезд № 10 и 50 соответствует эффективной температуре порядка 50000°K , или, по крайней мере, выше 20000°K . А это температура звезд класса O или, во всяком случае, не позднее B0. Исправленные за эффект межзвездного поглощения показатели цвета $(B-V)_{\dots}$ с учетом приведенных выше данных a и $(B-V)$, оказались равными приблизительно -0^m20 , что также свидетельствует о высокой эффективной температуре этих звезд. Заметим, что по данным существующих каталогов в области неба вокруг Капеллы, в пределах круга диаметром 5° , не существует ни одной звезды спектрального класса ранее B2 и ярче 10^m .

Таким образом, по распределению энергии в непрерывном спектре в интервале длин волн $3500-2500 \text{ \AA}$ мы не можем определить в точности температуру звезды, но можем утверждать, что она выше 20000°K . А этого достаточно, чтобы эти звезды привлекли к себе внимание. Во-первых, таких звезд со сходной структурой спектров, как было упомянуто выше, целая группа в обсуждаемой области неба. Во-вторых, они, по всей вероятности,

ности, не типичные горячие гиганты с абсолютной светимостью -4 или -3^m , так как в этом случае их расстояние получится порядка $5-10$ клс, что мало вероятно, имея в виду, что эти звезды находятся в направлении антицентра Галактики ($l \sim 173^\circ$, $b \sim +7^\circ$). По измерениям Мендозы [6], для одной звезды — SAO 040183 — III) 33988 ($r \sim 1000$ пс), находящейся в интересующей нас области неба и недалеко от звезд № 10 и № 50. Ей $v = +0^m49$. Учитывая это, найдем для интересующих нас звезд (опять при допущении $r \sim 1$ клс): $M = -0.7$ для № 10 и $M = -0.3$ для № 50, что на несколько звездных величин меньше абсолютной светимости горячих гигантов. Среди известных нам высокотемпературных звезд трудно отыскать объекты с такой низкой абсолютной светимостью. Можно поставить вопрос об их родстве с объектами типа Хьюмаса — Цикли. По-видимому, вопрос о природе звезд № 10 и 50 нуждается в специальном рассмотрении.

Непрерывные спектры звезд № 10 и 50 испещрены большим количеством слабых линий поглощения, большинство из которых, по-видимому, реально и не вызвано флуктуациями фотоэмиссии. Однако из-за слабости этих линий трудно осуществить сколь-нибудь уверенное отождествление, а тем более измерение их интенсивностей. На этих регистрациях как будто виден ультрафиолетовый дублет 2800 Mg II — более уверенно у звезды № 10 и менее уверенно у № 50. Приблизительная оценка эквивалентной ширины W (2800 Mg II) дает: $2.5 \text{ \AA}$ — в случае звезды № 10 и $1.7 \text{ \AA}$ — в случае № 50. Такие малые величины W (2800 Mg II) обычно характерны для высокотемпературных звезд: по расчетам Михаласа [7], например, W (2800 Mg II) $\sim 0.1-0.5 \text{ \AA}$ для звезд класса O—B. Наблюдения же дают W (2800 Mg II) $\sim 1.5-2 \text{ \AA}$ для очень ярких $2-3^m$ — звезд класса B [8]. Наши же звезды слабее 10^m . Поэтому не исключена возможность того, что в случае звезд № 10 и 50 линии 2800 Mg II могут иметь межзвездное происхождение. Действительно, согласно сделанным в [8] оценочным расчетам, эквивалентная ширина резонансного дублета ионизованного магния, соответствующая одному межзвездному облаку диаметром в 100 пс, равна $0.14 \text{ \AA}$. Это дает W (2800 Mg II) $\sim 1.4 \text{ \AA}$ для интервала рассеяния 1 клс, что по порядку величины сравнимо с найденной выше величиной W (2800) для звезд № 10 и 50.

В заключение считаем приятным долгом выразить глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за постоянное внимание и неоценимую помощь, оказанную в период подготовки и проведения эксперимента «Орион-2», за интересное и многостороннее обсуждение первых полученных результатов и, в частности, настоящей статьи.

Гаринская лаборатория
астрофизической оптики

SPECTROPHOTOMETRY OF TWO „ULTRAVIOLET“ STARS
DISCOVERED BY „ORION-2“

G. A. GURZADYAN, J. B. OHANESYAN

In the course of analysis of the observational material which were obtained during the „Orion-2“ experiment many „ultraviolet“ stars in which the continuous spectrum is strong at least up to 2500 Å, were discovered. The results of the spectrophotometric measurements of two such stars — No. 10 and 50 — are derived in the article. Both are fainter than 10^m. It was revealed that the energy distribution in the continuous spectrum of these stars corresponds to temperature higher than 20000 K, and the estimation of their absolute luminosity does not indicate that they belong to the ordinary hot giants.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурзядян, А. Л. Кашин, М. Н. Крюков, Дж. Б. Оганесян, *Астрофизика*, 10, 177, 1974.
2. Г. А. Гурзядян *Obs.* 94, 293, 1975.
3. Дж. Б. Оганесян. Сообщ. Бюраканской обс (в печати).
4. D. Mihalas, *Ap. J.*, Suppl. 9, 321, 1965.
5. R. C. Bless, B. D. Savage, *Ap. J.*, 171, 213, 1972.
6. E. E. Mendoza, *Ap. J.*, 128, 207, 1958.
7. D. Mihalas, *Ap. J.* 177, 115, 1972.
8. H. J. Lomera, K. A. van der Hucht, M. A. Smitjders, N. Sukhibullin, *Astron. Astrophys.*, 25, 195, 1973.
9. Г. А. Гурзядян, Р. Х. Оганесян, *Астрофизика*, 11, 3, 1975.