

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 10

АВГУСТ, 1974

ВЫПУСК 3

ИНТЕРЕСНАЯ „УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ“ ЗВЕЗДА, ОБНАРУЖЕННАЯ „ОРИОНОМ-2“

Г. А. ГУРЗАДЯН

Поступила 19 апреля 1974

Во время астрофизических экспериментов с помощью „Ориона-2“ было обнаружено много звезд, слабее $11-12^m$ и особо сильных в ультрафиолетовых лучах — в области длин волн, короче 3000 \AA . Одна такая звезда (№ 1, рис. 1) рассматривается в настоящей статье. Распределение энергии в спектре этой звезды — наблюдаемое (кружки) и исправленное за межзвездное поглощение (точки) — представлено на рис. 4 наряду с теоретическими кривыми. Эффективная температура этой звезды оказалась выше 20000°K , а абсолютная светимость $M > 0$. Не менее интересна структура эмиссионных линий у этой звезды (рис. 3 табл. 2). Особо выделяются резонансные эмиссионные линии: дублет 2800 Mg II и квартет 3080 Ti II . По всем данным „ультрафиолетовая“ звезда № 1 отличается от известных нам типов звезд.

В ходе внеатмосферных астрофизических экспериментов, проведенных с помощью обсерватории „Орион-2“, установленной на космическом корабле „Союз-13“, были обнаружены звезды, слабее $11-12^m$ и особо сильных в ультрафиолетовых лучах — в области длин волн, короче 3000 \AA . Одна такая звезда, не входящая в существующие каталоги и обозначенная нами номером 1, рассматривается в настоящей заметке.

Местоположение звезды № 1 указано на рис. 1; она находится недалеко от Капеллы, в соседстве со звездами SAO 040303 и SAO 040307 ($\alpha \sim 05^h 20^m$, $\delta \sim +47^\circ$). На рис. 2 приведена репродукция изображения спектра этой звезды, полученного при 18 минутной экспозиции с помощью 24-сантиметровой объективной призмы и менискового телескопа „Ориона-2“. Фотографирование осуществлено на фотопленке Kodak 103-O-UV. На этом рисунке видны изображения спектров еще двух звезд, почти таких же по блеску в фотографических лучах, что и № 1, но заведомо поздних классов.

По нашему определению фотографическая величина звезды № 1 равна 12^m6 , вместе с тем, коротковолновая граница ее спектра может быть прослежена, судя по рис. 2, до пределов 2500 А. Микрофотометрическая запись этого спектра изображена на рис. 3; она состоит из сплошного фона (непрерывный спектр), а также многочисленных эмиссионных линий и линий поглощения. Часть этих линий, вероятно, не вызвана флуктуациями фотографической плотности и безусловно реальна, в виду того, что спектральное разрешение нашего спектрографа не так уж мало — 14 А и 28 А на длинах волн 2500 А и 3000А, соответственно (подробности об аппаратуре „Орион-2“ см. [1]).

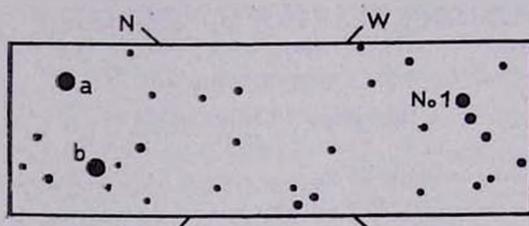


Рис. 1. Карта отождествления звезды № 1. $a = \text{SAO } 040303$ ($\alpha = 05^h20^m1$, $\delta = +47^\circ55'$), $b = \text{SAO } 040307$ ($\alpha = 05^h20^m5$, $\delta = +47^\circ49'$).

Обработка приведенной на рис. 3 микрофотограммы была произведена обычным способом. Стандартные спектрограммы, по которым построена характеристическая кривая, были получены в лабораторных условиях на кусках штатной фотопленки, побывавшей в условиях космоса и оставшейся неиспользованной в кассете „Ориона-2“. Что касается спектральной чувствительности нашей аппаратуры, то она в данном случае была найдена с помощью трех сравнительно ярких звезд класса А0, а именно SAO 040194 ($m_p = 9.0$), SAO 040265 (8^m4) и SAO 040280 (7^m5), для которых наблюдаемые показатели цвета $B-V$ равны нулю, а следовательно, они в меньшей степени подвержены влиянию межзвездного селективного поглощения (расстояние этих звезд равно 400, 300 и 200 пс, соответственно). Путем сравнения найденных из наблюдений спектров этих звезд с теоретическим распределением энергии в спектре звезды класса А0 при эффективной температуре $T = 10\,000$ °К [2] и была выведена спектральная чувствительность системы δ_λ . При этом δ_λ все-таки исправлено за эффект межзвездного поглощения, соответствующего среднему расстоянию наших „стандартных“ звезд $r = 0.3$ клс. Не имея конкретных данных об интересующей нас области неба, приходится использовать данные о межзвездном поглощении в ультрафиолете u , най-

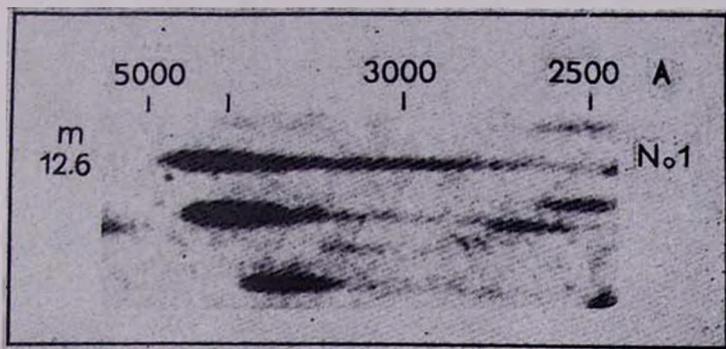


Рис. 2. Фрагмент кадра F 21, полученного телескопом „Ориона-2“ с экспозицией 18 минут. Виден спектр звезды № 1 до 2500А, а также спектры двух соседних звезд поздних классов.

К ст. Г. А. Гурзаяна

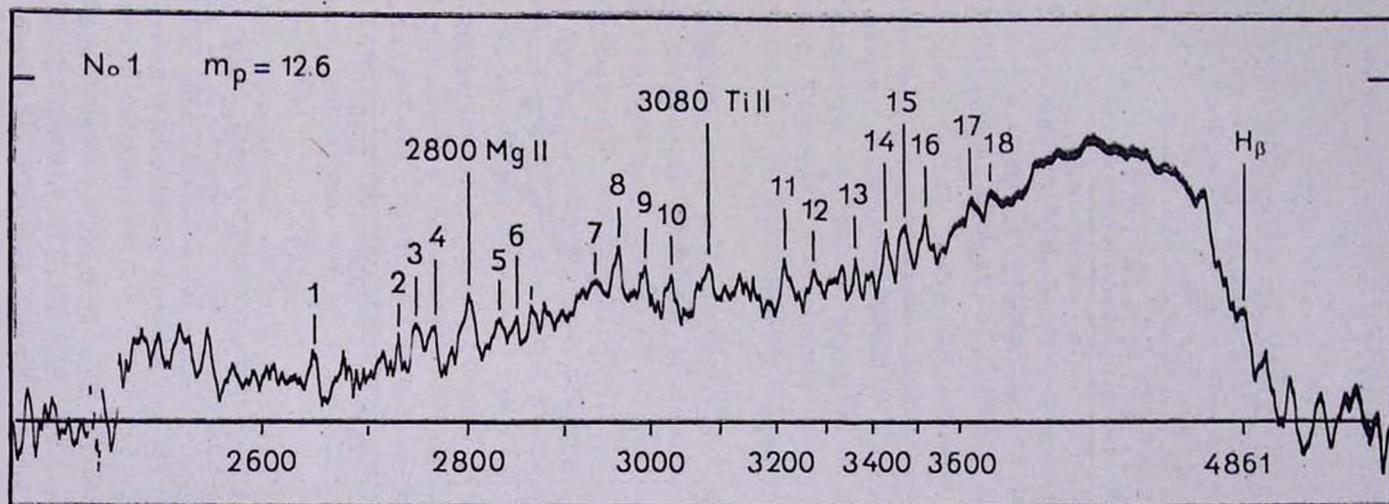


Рис. 3. Микрофотометрическая запись спектра звезды № 1, снятая на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4.

денные Блессом и Саваджем [3] для направления в сторону звезды α Сая; эти величины, снятые из средней сглаженной кривой, приведены в табл. 1.

Таблица 1

ПРИНЯТЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ МЕЖЗВЕЗДНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В
УЛЬТРАФИОЛЕТЕ

Длина волны λ	4500	4000	3500	3000	2800	2600	2400	2200	2000
Поглощение a_{λ} на 1 клс	1^m30	1.50	1.63	1.85	2.0	2.20	2.60	3.24	2.80

При исправлении δ_{λ} за эффект межзвездного поглощения с использованием упомянутых „стандартных“ звезд, для которых $B-V=0$, принято $a_{\lambda} = 0$ на $\lambda = 4500 \text{ \AA}$, а дальше, в сторону коротких волн, учтены разницы $a_{\lambda} - a_{4500}$.

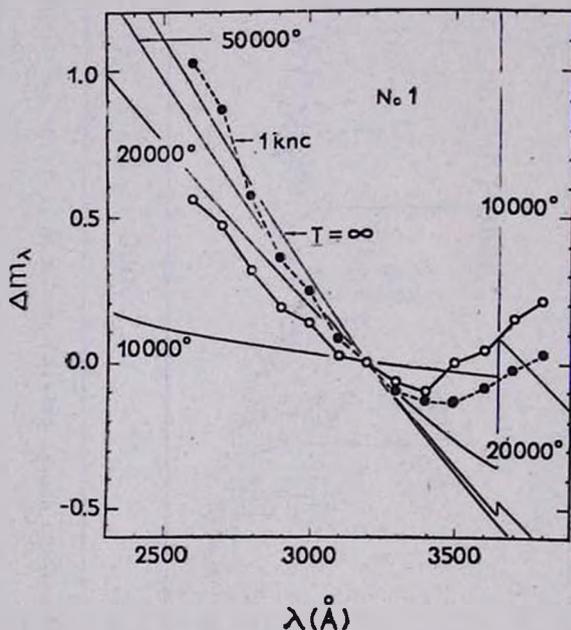


Рис. 4. Распределение энергии в спектре звезды № 1 в области длин волн 3800—2600 \AA : кружки — наблюдения, точки — исправленное за межзвездное селективное поглощение. Кривые суть теоретическое распределение непрерывного спектра по данным [2]. Кривая $T = \infty$ соответствует планковскому распределению при бесконечной температуре.

Описанным способом было найдено относительное распределение энергии в спектре звезды № 1 в области 3800—2600 \AA ; оно приведено на рис. 4 (кружки с жирной линией). При этом интенсивность

излучения в шкале длин волн, выраженная в звездных величинах, принята за единицу на $\lambda = 3200 \text{ \AA}$ (положительный знак Δm соответствует возрастающей интенсивности). Там же, на рис. 4, приведены теоретические кривые, взятые из [2] и соответствующие распределению энергии в непрерывных спектрах фотосферического излучения звезд с эффективной температурой $10\,000^\circ$, $20\,000^\circ$, $50\,000^\circ\text{K}$ (при $\lg g = 4.0$), а также $T \rightarrow \infty$.

Как следует из рис. 4, наблюдаемое и не исправленное за эффект межзвездного поглощения распределение энергии в спектре звезды № 1 довольно близко к кривой, соответствующей $T = 20\,000^\circ\text{K}$. Но влияние межзвездного поглощения в области длин волн короче 3000 \AA довольно велико и учитывать его необходимо.

Мы ничего не знаем об абсолютной светимости или расстоянии звезды № 1. Примем условно $r = 1000 \text{ пс}$, имея в виду, что она сравнительно слаба. Тогда, после исправления результатов наблюдений за эффект межзвездного поглощения с использованием данных табл. 1, мы найдем распределение энергии в спектре этой звезды в форме, изображенной на рис. 4 черными точками с пунктирной линией. Эти точки оказались значительно выше теоретической кривой, соответствующей $T = 20\,000^\circ\text{K}$ и находятся где-то в области с $T > 50\,000^\circ\text{K}$.

Таким образом, хотя по распределению непрерывного спектра в области $3000\text{--}2500 \text{ \AA}$ мы не можем установить в точности величину эффективной температуры звезды № 1, тем не менее, можно с уверенностью сказать, что она больше $20\,000^\circ\text{K}$. Это значит, что звезда № 1 должна быть по крайней мере класса раннего В, если не О. Но если это обычная звезда, то при такой высокой температуре ее абсолютная светимость должна быть -3^m или -4^m . Тогда ее расстояние получается поистине огромным — больше $10\,000 \text{ пс}$. Между тем, звезда № 1 находится в направлении антицентра Галактики ($l \sim 175^\circ$, $b \sim +7^\circ$). Стало быть, чтобы она оказалась в пределах Галактики, необходимо, чтобы ее расстояние не превышало нескольких тысяч парсек, то есть допустить, что для нее $M > 0$ (при $r = 1000 \text{ пс}$ получается $M \sim +2$).

Не менее интересной оказалась структура спектральных линий звезды № 1. Мы имеем в виду прежде всего эмиссионные линии; некоторые из них выделены на рис. 3, а в табл. 2 приведены длины этих линий, их эквивалентные ширины (весьма приблизительно), а также вероятные отождествления. Конечно, как к самому выделению, так и к отождествлению этих линий следует относиться с оговоркой, имея в виду трудности стандартизации длин волн в случае слабых звезд, к тому же неизвестного класса.

Представляет особый интерес наличие в спектре интересующей нас звезды ультрафиолетового дублета ионизованного магния 2800 Mg II (2796 Mg II и 2803 Mg II) в эмиссии, и то довольно сильной. Не менее интересно присутствие группы из четырех близко расположенных линий ионизованного титана — квартета (или сикстета ?) с приведенной длиной волны 3080 Å (3073, 3075, 3078 и 3088 Å) также в эмиссии. Отождествление указанных двух групп линий — дублета магния и квартета титана, по-видимому, реально хотя бы потому, что обе они — резонансные — обстоятельство, заслуживающее особого внимания.

Таблица 2

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ЭМИССИОННЫЕ ЛИНИИ В
СПЕКТРЕ ЗВЕЗДЫ № 1

Номер линии	Длина волны Å	Эквивалент. ширина, Å	Вероятное отождествление			
1	2645?	10	Ne I			
2	2733	3	He II			
3	2745	10	Mo II	Co I	Cu II	
4	2760	10	Cr II	Ni I		
—	2800	13	Mg II			
5	2830	4	He I			
6	2852	2:	Mg I			
	2945	4	He I			
	2960	8	Cu I			
	2990	3	Ne I	Fe I	Si I	Cr I
10	3030	7	Cr I	Fe I	Si II	
—	3080	4	Ti II			
11	3205	10	He II			
12	3280	5	Cu I			
13	3370	3	Ne I			
14	3430	10	Co I			
15	3470	8	O II	Ni I		
16	3530	10	Co I	Fe I	Ni I	
17	3620	5	He I	Ni I		
18	3680	5	He I	Fe I		

То, что 2800 Mg II может присутствовать в виде эмиссии в спектрах звезд, было известно и раньше [4]. Но в этих случаях речь шла о *холодных* звездах, класса К—М. В нашем же случае 2800 Mg II присутствует в виде эмиссии в спектре *высокотемпературной* звезды. Далее, насколько нам известно, это первый случай, когда квартет 3080 Ti II присутствует вообще в спектрах звезд в виде эмиссии.

Из остальных эмиссионных линий, указанных в табл. 2, заслуживают внимания линии ионизованного и нейтрального гелия; их, по-видимому, целая группа — 3205 He II (= 3203 A), 2733 He II, 2945 He I, 2830 He I, возможно 3620 He I и 3680 He I уже в обычном оптическом диапазоне. Не исключена также возможность блендирования этих линий эмиссионными линиями металлов: 2945 Ti II, 3205 Si II, 3620 Ni I, 3680 Fe I и т. д. Несколько линий, по-видимому, принадлежит нейтральному неону (3370 Ne I, 2990 Ne I).

Линия нейтрального магния 2582 Mg I (обозначенная цифрой 6 на рис. 3) очень слабая, но интересна тем, что она также резонансная и также присутствует наряду с дублетом ионизованного магния в эмиссии. Что касается остальных линий, в том числе и не зафиксированных на рис. 3, то большинство из них, по-видимому, принадлежит нейтральному и ионизованному железу, хрому, титану, никелю, кремнию, кобальту, меди, возможно марганцу, молибдену и т. д.

Эмиссионный спектр звезды № 1 не похож на спектры известных нам объектов — звезд Вольфа-Райе, Of или Be, а также ядер планетарных туманностей или других пекулярных объектов. Во всяком случае, нам не известен случай, когда линии квартета 3080 Ti II, находящихся на границе пропускания земной атмосферы, были бы обнаружены в эмиссии, хотя известен случай, когда один из компонентов этого квартета, к тому же самый слабый — 3073 Ti II, был обнаружен в спектре звезды в виде линии поглощения межзвездного происхождения [5].

Перечисленные факты хотя и очень интересные, все-таки поражают нас своей непривычностью (следует иметь в виду, что «орионовские» спектрограммы предназначены прежде всего для изучения непрерывных спектров звезд, а не их спектральных линий). Очевидно, потребуются дополнительные данные, полученные, в частности, и средствами наземной астрономии хотя бы для области, длиннее 3100 Å, прежде чем сделать из этих фактов далеко идущие выводы. Ведь в случае подтверждения этих фактов придется задуматься над вопросом: что это — мощная хромосфера или же не менее мощная газовая оболочка вокруг звезды № 1?

Среди известных нам звезд трудно подыскать аналог звезды № 1 по структуре и составу эмиссионных линий. С другой стороны, как видели выше, для этой звезды $M > 0$. В числе обычных высокотемпературных звезд также трудно найти объекты с такой низкой абсолютной светимостью. Среди же необычных звезд таковыми являются объекты типа Хьюмасона-Цвикки и, частично, бывшие ядра планетарных туманностей [6]. Так или иначе, истинная природа «ультрафиолетовой» звезды № 1 остается для нас неясной.

A REMARKABLE „ULTRAVIOLET“ STAR DISCOVERED
BY „ORION-2“

G. A. GURZADYAN

Many stars fainter than $11-12^m$ and with a strong ultraviolet in the wavelength region shorter than 3000 Å were discovered during the space astrophysical experiment by means of the observatory „Orion-2“. The spectra of one of such star (No. 1, Fig. 1) is examined in the present article. The observed (open circles) and corrected (full circles) distributions of the energy in the spectrum of this star are shown in Fig. 4, together with the theoretical curves. The effective temperature of this star is too high — $T > 20000^\circ\text{K}$, and the absolute luminosity is too low — $M > 0$, in order to be an ordinary hot giant. This star has also an interesting emission-line structure (Fig. 3, Table 2). The resonance doublet 2800 Mg II and resonance quartet 3080 Ti II. are distinguished particularly. The real nature of „ultraviolet“ star No. 1 is not certain.

Гарнийская Лаборатория
Космической Астрономии

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г. А. Гурзадян, А. Л. Кашик, М. Н. Крмоян, Дж. Б. Оганесян, *Астрофизика*, 10, стр. 177, 1974.
2. D. Mihalas, *Ap. J., Suppl.*, 9, No. 92, 321, 1965.
3. R. C. Bless, B. D. Savage, *Ap. J.*, 171, 293, 1972.
4. L. R. Doherty, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A. 270, 189, 1971.
5. T. Dapham, W. S. Adams, *P.A.S.P.*, 9, 5, 1939.
6. Г. А. Гурзадян, *Планетарные туманности*, М., 1962.