

Л. В. Мирзоян

О спектрофотометрических температурах В-звезд

(Представлено В. А. Амбарцумяном 23 X 1954)

Вывод нормальной шкалы спектрофотометрических температур В-звезд связан с трудностями учета влияния разных факторов, заметно искажающих распределение энергии в непрерывном спектре этих звезд.

Наряду с факторами, обусловленными особенностями самой звезды (наличие оболочки, протяженность фотосферы и т. д.), весьма существенно влияние внешнего фактора „искажения“ — избирательного поглощения света от звезды со стороны межзвездной материи, изменяющегося с длиной волны.

Если соответствующим выбором звезд можно, в основном, избежать учета влияния первых факторов, то учет избирательного космического поглощения, представляющий основную трудность при определениях спектрофотометрических температур В-звезд, является неизбежным. Этой трудностью и можно объяснить отсутствие учета влияния последнего фактора в большинстве известных работ по этому вопросу.

В настоящей заметке сделана попытка учета влияния избирательного космического поглощения на распределение энергии в непрерывном спектре звезд для вывода нормальной шкалы спектрофотометрических температур В-звезд.

Приращение в величине спектрофотометрического градиента звезды вследствие ее покраснения из-за избирательного поглощения в межзвездном пространстве или, по аналогии с избытком цвета, избыток градиента — ИГ является линейной функцией от избытка цвета звезды — ИЦ (1):

$$\text{ИГ} = \Phi - \Phi_0 = A \times \text{ИЦ}, \quad (1)$$

где Φ_0 — нормальный, а Φ — определяемый из наблюдений градиенты звезды.

Угловой коэффициент A в этой зависимости однозначно определяется законом космического поглощения, если покраснение звезд исключительно межзвездного происхождения. При этом существенно предположение, что для всех звезд закон излучения один и тот же. Только в этом случае коэффициент A однозначная функция от закона космического поглощения. В противном случае, хотя линейность зависимости не нарушается*, однако коэффициент A заметно отличается от коэффициента, определяемого законом поглощения**. Это результат совокупного действия как межзвездного, так и присущих самим звездам факторов покраснения.

Зависимость (1)*** нами использована для определения нормальных градиентов В-звезд по видимым (определенным на основе измерений наблюдаемого непрерывного спектра) градиентам и избыткам цвета.

Избытки цвета заимствованы из работы Стеббинса и его коллег (5) с соответствующими поправками согласно Н. Ф. Флоря (6). Величины коэффициента A для разных длин волн были определены в (1), на основе данных, содержащихся в работах (3,5,7), из эмпирической зависимости вида (1). Для $\lambda = 0,350\mu$ и $\lambda = 0,425\mu$ и системы показателей цвета Стеббинса и др. коэффициент A оказался равным соответственно 1.81 и 2.81. Нами использованы эти оценки.

В табл. 1 представлены средние спектрофотометрические градиенты В-звезд по работе Шалонжа и Барбье (3) (третий и четвертый столбцы) и после внесения поправок за избирательное космическое поглощение с помощью (1) (шестой и седьмой столбцы). Во втором столбце дается число использованных звезд — n , а в пятом — средний избыток цвета.

Таблица 1

Спектр	n	Φ		ИЦ	Φ_n	
		$0,350\mu$	$0,425\mu$		$0,350\mu$	$0,425\mu$
B0	7	0,78	0,74	0,060	0,67	0,57
B1	4	0,78	0,74	0,040	0,71	0,63
B2	6	0,78	0,73	0,017	0,75	0,68
B3	10	0,86	0,79	0,028	0,81	0,71
B5	6	1,02	0,93	0,027	0,97	0,85
B8	11	1,10	0,86	0,014	1,07	0,82

* На это указывают наблюдательные данные о звездах спектральных классов О и В с особенностями в спектрах (2).

** Так, например, в области определения гринических градиентов $A = 4,10$ для нормальных звезд и $A = 3,30$ для звезд с особенностями в спектрах (см. (1), стр. 30).

*** Аналогичные зависимости (Reddening line) для различных цветов систем получены в недавно вышедшей работе Моргана и др. (4).

Эти данные относятся к нормальным звездам, так как звезды с аномальным покраснением, сверхгиганты и звезды с эмиссионными линиями в спектрах Шалонжем и Барбье были исключены из рассмотрения. Это было вызвано их стремлением избегать учета влияния факторов покраснения. Данные табл. 1 показывают, что полностью исключить межзвездный фактор покраснения, таким путем, им так и не удалось: градиенты второй половины таблицы значительно меньше соответствующих градиентов из первой половины этой таблицы.

В табл. 2 представлены результаты применения изложенного метода учета избирательного поглощения ко всем В-звездам списка Шалонжа и Барбье. В пятом и шестом столбцах дано, соответственно, число использованных звезд и в том числе звезд сверхгигантов и с эмиссионными линиями в спектрах — n_0 .

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что разность между ними не носит систематического характера и только в трех случаях превышает по абсолютной величине 0.02 (0.03—0.05). Это, по-видимому, указывает на то, что спектрофотометрический градиент В-звезд не зависит от класса светимости, так же как и их эффективная температура⁽⁸⁾. Сопоставление показывает также незначительное влияние звезд с эмиссионными линиями на табулированные данные.

Таблица 2

Спектр	ИЦ	Ф		n	n ₀
		0,350μ	0,425μ		
B0	0.076	0.68	0.61	13	6
B1	0.115	0.71	0.63	11	6
B2	0.098	0.77	0.68	9	4
B3	0.063	0.79	0.74	18	10
B5	0.045	0.92	0.82	18	11
B8	0.026	1.08	0.84	13	2

Исправленные за космическое поглощение градиенты (табл. 1 и 2) регулярно возрастают при переходе к поздним спектральным классам, между тем как по данным Шалонжа и Барбье (первая половина табл. 1) средние градиенты, соответствующие подклассам B0, B1 и B2, равны в ультрафиолете ($\lambda = 0,350\mu$) и показывают незначительную инверсию в фотографической области ($\lambda = 0,425\mu$).

Число звезд, относящихся к различным спектральным подклассам, в таблицах неодинаково, вследствие чего ход средних градиентов с изменением класса в них не совсем плавный. Поэтому на основе данных этих таблиц были построены сглаженные кривые зависимости градиента от спектрального класса для двух вышеуказанных длин волн с учетом различий в числе звезд различных спектральных подклассов. В обоих случаях использованы также градиенты А0-звезд* (нульпункт системы).

* Эффектом межзвездного поглощения для А0-звезд можно пренебречь из-за близости последних.

Полученные этим путем градиенты приведены в табл. 3 (второй и третий столбцы). В четвертом и пятом столбцах представлены соответствующие этим градиентам спектрофотометрические температуры— T , вычисленные в предположении справедливости закона излучения Планка для В-звезд, по формуле:

$$\Phi = \frac{c_2}{T} \left(1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \right)^{-1}, \quad (2)$$

где $c_2 = 14320$ (λ в μ).

Сглаженные кривые, дающие ход спектрофотометрической температуры со спектральным классом на основе данных Шалонжа и Барбье о средних температурах В-звезд, были построены Э. Р. Мустелем (9). В табл. 4 приведены средние спектрофотометрические температуры В-звезд по шкале Мустеля и из табл. 3 настоящей заметки.

Разность* спектрофотометрических температур, исправленных и не исправленных за космическое поглощение, как видно из та-

блицы 4, монотонно убывает от В0 к А0.

$T \times 10^{-3}$

Таблица 4

Спектр	0.35 μ		По шкале Кейпера	0.425 μ	
	по шкале Мустеля	по табл. 3		по шкале Мустеля	по табл. 3
В0	21.0	27.0	25.0	29.0	40.0
В1	20.0	24.5	23.0	28.0	36.5
В2	19.0	22.5	20.0	26.5	33.0
В3	18.0	21.0	18.6	25.0	29.0
В5	16.0	18.0	15.5	23.0	24.5
В8	13.0	13.5	12.3	18.0	19.0
А0	11.0	10.5	10.7	16.5	16.5

* При количественной оценке этой разности в данном случае следует учесть следующее обстоятельство. Сравнение спектрофотометрических температур, вычисленных по формуле (2) на основе средних градиентов Шалонжа и Барбье, со средними температурами, лежащими в основе шкалы Мустеля, показало, что последние ниже первых в ультрафиолетовой (на 1000—1500) и выше в фотографической (на 1000 μ) областях для В0—В3-звезд.

Это является результатом того, что среднее расстояние В-звезд возрастает в среднем при переходе к более ранним спектральным подклассам, вследствие чего увеличивается средняя степень их покраснения из-за избирательного космического поглощения.

В четвертом столбце табл. 4 приведены ионизационные температуры по работе Кёйпера (10). Для В-звезд, по данным третьего столбца этой таблицы, они очень близки к спектрофотометрическим температурам ультрафиолетовой области, систематически оставаясь ниже последних.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Լ. Վ. ՄԻՐԶՅԱՆ

В-աստղերի սպեկտրոֆոտոմետրիկ ջերմաստիճանների մասին

Հայտնի է, որ աստղերի անընդհատ սպեկտրում էներգիայի բաշխումը զգալիորեն փոխվում է լույսի միջաստղային ընտրական կլանման հետևանքով: Կլանման ազդեցութեան ճշգրիտ հաշվառումը կարևոր է անընդհատ սպեկտրում էներգիայի զիտվող բաշխումից իրական բաշխմանն անցնելու համար:

Հոդվածում աստղերի դույնի ավելցուկները միջոցով որոշված է ընտրական կլանման ազդեցութունը էներգիայի բաշխումը բնութագրող սպեկտրոֆոտոմետրիկ զրադիենտների վրա (1) բանաձևի օգնությամբ: Ստացված են աստղերի նորմալ սպեկտրոֆոտոմետրիկ զրադիենտները (աղյուսակներ 1 և 2) և ջերմաստիճանները (աղյուսակ 3) սպեկտրի լուսանկարչական և ուլտրամանուշակագույն մասերում:

Ստացված ջերմաստիճանները համեմատված են է. Ռ. Մուստելի ստացած (կլանման համար չշտկված) միջին ջերմաստիճանների հետ (աղյուսակ 4):

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 Л. В. Мирзоян, Изв. АН АрмССР, серия ФМЕТ наук, № 6, 1952. 2 В. Петри, Publ. Dom. Ar. obs. Victoria, 7, 383, 1948. 3 Д. Барбье. Д. Шалонж, App. d'Ar. 4. 30, 1941. 4 В. Морган, Д. Гаррис, Г. Джонсон, Ar. J. 118, 92, 1953. 5 Дж. Стеббинс. Ц. Хаффер, А. Уитфорд, Ar. J. 91, 20, 1941. 6 Н. Ф. Флоря, Труды ГАИШ, 16, 4, 1949. 7 Л. В. Мирзоян, Астр. журн. 30, 153, 153. 8 Astrophysics ed. J. Hynek. Mc Graw-Hill Book, New York, 1951. p. 19. 9 Э. Р. Мустель, Успехи Астр. наук, 3, 155. 1947. 10 Г. Кёйпер, Ar. J. 88, 446, 1938.