

Академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

КОЛОРИ-ЭКВИВАЛЕНТЫ 1290 ЗВЕЗД

В Астрофизической обсерватории в Кучине и на временной станции, расположенной на берегу Сухого Лимана близ Одессы, я наблюдал в течение двух лет цвета звезд до 5,5 величины между полюсом и -10° склонения. Для этих наблюдений применялся колориметр с синим клином, теорию которого я дал уже в 1928 г. (1). Колориметр был смонтирован на 5" кометоискатель Цейсса с фокусным расстоянием в 130 см. При перемещении синего клина перед лампочкой накаливания цвет площадки сравнения в поле зрения инструмента делался все более и более синеватым. Определив из специальных наблюдений спектральные особенности синего клина и пользуясь трихроматической теорией зрения, можно каждый отсчет клина s связать с соответствующим колор-эквивалентом $\frac{c}{T}$. Заметим, что T есть температура абсолютно черного тела, наиболее близкая к цветной температуре площадки сравнения, соответствующей отсчету s , и c есть постоянная, входящая в показатель степени формулы Планка. Мною показано, что для примененного в колориметре синего клина можно принять без заметной погрешности следующую линейную зависимость между s и $\frac{c}{T}$:

$$\frac{c}{T} = a + b(s - s_0).$$

Для определения постоянных a и b необходимо знать помимо спектральных свойств клина также температуру лампочки накаливания. Однако

$\frac{c}{T} \backslash S_p$	О	В0—В3	В5—В9	А0—А2	А3—А5
$b = 0^\circ - 10^\circ$	1,27 (5)	1,17 (44)	1,23 (23)	1,38 (33)	1,86 (23)
10 — 20	0,96 (4)	0,93 (33)	1,12 (19)	1,40 (34)	1,51 (24)
20 — 30		0,93 (12)	1,05 (17)	1,29 (38)	1,57 (12)
30 — 45		0,93 (2)	0,96 (15)	1,29 (36)	1,72 (20)
45 — 60		0,93 (3)	1,16 (11)	1,32 (25)	1,67 (12)
60 — 75		1,18 (1)	1,18 (2)	1,33 (19)	1,64 (8)
75 — 90				1,68 (4)	

наличие хроматической аберрации и изменчивость установки окуляра вносят при этом некоторую неопределенность. Поэтому обе постоянные определялись из самих наблюдений над звездами. Для этого было принято, что звезды спектральных типов А0 и К0 имеют средние температуры соответственно в 11 500 и 4 200°. Это послужило для определения двух основных опорных точек нашей колориметрической шкалы. Для исключения возможного селективного поглощения света в пространстве мною были использованы только звезды типа А0 и К0, расположенные вне галактической зоны: $b > \pm 30^\circ$. Каждая звезда наблюдалась в среднем 4 раза. Все определения были редуцированы к одной системе и сравнены затем с определениями Граффа⁽²⁾, сделанными также колориметрическим путем (763 общих звезды).

Заметим, что средняя ошибка в колор-эквиваленте моего каталога, найденная по внутреннему согласию отдельных определений, составляет $\pm 0,143$. Средняя ошибка, определенная по сравнению с Граффом, оказалась $\pm 0,180$. Подробное описание наблюдений и способы их редукации, а также окончательный каталог звездных колор-эквивалентов 1290 звезд публикуются в XII томе Трудов Государственного астрономического института им. Штернберга за 1940 г. В следующей таблице даются для разных галактических широт средние значения колор-эквивалентов по моему каталогу, соответствующие различным спектральным типам, взятым из Дреперовского каталога Гарвардской обсерватории (HDC). В скобках помещены числа соответствующих звезд. Из таблицы видно, что колор-эквиваленты правильно увеличиваются от типа О к типу М. Можно, кроме того, констатировать, что значения $\frac{c}{T}$ изменяются систематическим образом в функции галактической широты. Звезды того же спектрального типа более красны вблизи от плоскости галактики, чем на значительном от нее расстоянии. Интересно отметить, что минимальные значения $\frac{c}{T}$ почти всегда соответствуют промежуточным широтам, но не галактическому полюсу, как это следовало бы ожидать. Эффект галактической широты выражен очень ясно в случае спектральных типов О, В и М, становится довольно слабым для типов А и F и почти совершенно исчезает для G и К0. Эта особенность связана, без сомнения, с большой абсолютной яркостью звезд О и В, которые при той же видимой величине находятся соответственно на гораздо более значительных расстояниях. То же самое имеет место и по отношению к звездам типа М, которые вследствие значительной видимой яркости относятся к ветви гигантов и потому отличаются очень большими абсолютными яркостями.

Зная колор-эквиваленты, можно перейти от них к более обычной характеристике цвета, именно к колор-индексам *CI*.

$\frac{c}{T}$ \ S_p	F	G	K0	K2-K5	M
$b = 0^\circ - 10^\circ$	2,25 (29)	2,96 (22)	3,43 (66)	4,20 (19)	4,40 (13)
10 - 20	2,12 (20)	2,94 (21)	3,49 (64)	4,10 (20)	4,27 (10)
20 - 30	2,18 (23)	2,86 (18)	3,42 (56)	4,10 (16)	4,31 (13)
30 - 45	2,12 (33)	2,93 (38)	3,37 (47)	3,98 (16)	4,04 (12)
45 - 60	2,10 (24)	2,92 (14)	3,34 (46)	4,19 (13)	3,97 (22)
60 - 75	2,22 (10)	2,60 (9)	3,50 (24)	3,74 (4)	4,08 (12)
75 - 90	2,18 (6)	2,53 (3)	3,07 (8)	3,98 (1)	3,86 (1)

Согласно определению

$$CI = m_{ph} - m_v,$$

где m_{ph} и m_v означают фотографическую и визуальную величины. Имеем:

$$m_v = 2,5 \log C_v - 2,5 \log i_v; \quad m_{ph} = 2,5 \log C_{ph} - 2,5 \log i_{ph},$$

и отношение интенсивностей визуальной i_v и фотографической i_{ph} есть

$$\frac{i_v}{i_{ph}} = \frac{\int_0^{\infty} E_{\lambda, T} \varepsilon_{\lambda} d\lambda}{\int_0^{\infty} E_{\lambda, T} \eta_{\lambda} d\lambda}.$$

Под знаком интегралов находятся функции распределения энергии в спектре $E_{\lambda, T}$ и коэффициенты спектральной чувствительности ретины ε_{λ} и η_{λ} фотопластины. Для достаточного интервала в спектре звезды можно принять, что $E_{\lambda, T}$ представляется формулой Планка

$$E_{\lambda, T} = C\lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda T}} \left(\lambda - e^{-\frac{c}{\lambda T}} \right)^{-1},$$

причем параметр, входящий в эту формулу, $\frac{c}{T}$ есть именно колор-эквивалент, находимый из наблюдений над звездами и содержащийся в нашем каталоге. Определяя отношение постоянных $\frac{C_v}{C_{ph}}$ из условия

$$CI = 0, \quad \text{при } T = T_0,$$

находим, наконец,

$$CI = 2,5 \log \frac{\int_0^{\infty} E_{\lambda, T_0} \eta_{\lambda} d\lambda \int_0^{\infty} E_{\lambda, T} \varepsilon_{\lambda} d\lambda}{\int_0^{\infty} E_{\lambda, T} \eta_{\lambda} d\lambda \int_0^{\infty} E_{\lambda, T_0} \varepsilon_{\lambda} d\lambda}.$$

Числовые вычисления, произведенные согласно этой формуле, показывают, что связь между CI и $\frac{c}{T}$ имеет примерно линейный характер. Можно получить практически тот же результат, заменяя весь спектральный интервал в визуальной и фотографической области только монохроматическими излучениями, соответствующими эффективным длинам волн λ_1 и λ_2 , как если бы были применены монохроматические светофильтры. Для визуальной и фотографических областей спектр имеет соответственно $\lambda_1 = 550 \text{ м}\mu$ и $\lambda_2 = 430 \text{ м}\mu$. Общая формула сводится в этом случае к простому выражению

$$CI = 2,5 \log \frac{E_{\lambda_1, T} E_{\lambda_2, T_0}}{E_{\lambda_2, T} E_{\lambda_1, T_0}},$$

или приблизительно

$$CI = 2,5 \log e \left(\frac{c}{T} - \frac{c}{T_0} \right) \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right).$$

Далее можно определить изменение ΔCI колор-индекса с галактической широтой для определенного спектрального типа. На основании различ-

ных данных можно утверждать, что это изменение цвета происходит вследствие селективного поглощения в междузвездной среде. Это поглощение, как известно, пропорционально λ^{-1} . Изменение полного поглощения $\Delta \text{ abs}$ оказывается поэтому связанным простым соотношением с изменением колор-индекса. Для тех же эффективных длин волн имеем, например,

$$\frac{\Delta \text{ abs}}{\Delta b} = \frac{\lambda_1^{-1}}{\lambda_1^{-1} - \lambda_2^{-1}} \cdot \frac{\Delta CI}{\Delta b}.$$

Закон изменения поглощения света в функции галактической широты зависит от расположения поглощающей материи в пространстве. Например, если эта материя образует плоскопараллельный и однородный слой в плоскости галактики и если наблюдаемые звезды расположены за его пределами, то

$$\frac{\Delta \text{ abs}}{\Delta b} = -\tau \operatorname{ctg} b \operatorname{cosec} b,$$

где τ означает оптическую толщину поглощающего слоя. Детальный анализ значений $\Delta \text{ abs}$ для различных спектров и видимых звездных величин для разных частей неба может привести к интересным заключениям о пространственном распределении поглощающей материи. Однако подобная дискуссия должна производиться на основании всего подходящего наблюдательного материала, имеющегося в настоящее время.

Поступило
1 VIII 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Г. Фесенков, Русский астр. журнал, IV, вып. 3. ² Graff, Mitteilungen der Wiener Sternwarte, № 3.