

М. А. Аракелян

## ЗАМЕЧАНИЯ О ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ U, B, V

В ряде случаев оказывается необходимым производить оценки распределения энергии в непрерывных спектрах тех или иных звезд по результатам многоцветной колориметрии или же, наоборот, оценивать показатели цвета в той или иной системе по заданному распределению энергии в непрерывном спектре. В связи с этим представляют значительный интерес уравнения, связывающие отношения абсолютных количеств энергии, фиксируемых фотометрической системой на тех или иных спектральных участках, с соответствующими показателями цвета. Естественно, что в этом смысле особенно интересна фотометрическая система U, B, V Г. Джонсона и В. Моргана [1, 2], получившая в последние годы широкое распространение, обусловленное рядом общезвестных достоинств.

Хотя в работе Джонсона и Моргана [1] соответствующие уравнения и выведены, однако имеются основания полагать, что они недостаточно точны для тех кривых чувствительности, которые приведены ими для характеристики этой фотометрической системы. Поэтому в настоящей заметке сделана попытка получения этих уравнений независимым путем.

Воспользуемся следующими обозначениями, введенными Джонсоном и Морганом [1]:

$S_y$  — наблюдаемый синий-желтый показатель цвета, выведенный за земную атмосферу.

$S_u$  — наблюдаемый ультрафиолетовый-синий показатель цвета, выведенный за земную атмосферу.

$V$  — звездная величина, наблюдаемая при использовании желтого фильтра, выведенная за земную атмосферу.

$B$  — звездная величина, наблюдаемая при использовании синего фильтра, выведенная за земную атмосферу и включающая поправку нуля-пункта, удовлетворяющую условию

$$B - V = 0$$

для звезд класса А0 главной последовательности.

$U$  — звездная величина, наблюдаемая при использовании ультрафиолетового фильтра, выведенная за земную атмосферу и включающая поправку нуля-пункта, удовлетворяющую условию

$$U - B = 0$$

для звезд класса А0 главной последовательности.

Из существа этих определений следует, что  $C_y$  и  $C_u$  соответственно равны:

$$C_y = -2.5 \lg \frac{\int I(\lambda) B(\lambda) d\lambda}{\int I(\lambda) V(\lambda) d\lambda}, \quad (1)$$

$$C_u = -2.5 \lg \frac{\int I(\lambda) U(\lambda) d\lambda}{\int I(\lambda) B(\lambda) d\lambda}, \quad (2)$$

где  $I(\lambda)$  — распределение энергии в спектре данной звезды, а  $V(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$ ,  $U(\lambda)$  — кривые спектральной чувствительности системы. Результирующие данные о спектральной чувствительности аппаратуры (исключая, согласно Джонсону, только лишь два алюминированных зеркала) приведены в [2] и [3]. Здесь мы напомним только, что, согласно [2], эффективные длины волн этой системы равны соответственно 5550, 4350 и 3550 Å.

В [1] приведены следующие уравнения, связывающие  $C_y$  и  $C_u$  с соответствующими показателями цвета:

$$B - V = C_y + 1.040, \quad (3)$$

$$U - B = C_u - 1.120. \quad (4)$$

Очевидно, что по самому определению показателей цвета постоянные, приведенные в правых частях уравнений (3) и (4), равны величинам  $C_y$  и  $C_u$ , соответствующим звездам типа А0.

Мы попытаемся получить зависимости между показателями цвета и величинами  $C_u$  и  $C_b$  на основании данных о распределении энергии в спектрах некоторых достаточно детально изученных звезд, сопоставляя вычисленные значения  $C_u$  и  $C_b$  с их наблюдаемыми показателями цвета. Работа проведена на основании спектрофотометрических и колориметрических данных о следующих звездах:

1. S Единорога. Спектр—O7. Звезда является стандартом спектрофотометрических исследований французских астрофизиков и тщательно исследована. Согласно Л. Диван [4], непрерывный спектр звезды характеризуется следующими параметрами:

$$\tau_1 = 0.73 (T_1 = 30\,000); \tau_2 = 0.54 (T_2 = 35\,000); D = +0.042.$$

Данные о показателях цвета S Единорога в системе U, B, V взяты нами из работы В. Хилтнера и Г. Джонсона [5].

2.	Средние данные о звездах класса	B3V.
3.	" " " "	B5V.
4.	" " " "	B8V.
5.	" " " "	B9V.
6.	" " " "	A0V.

Распределение энергии в непрерывных спектрах звезд типов B3V—A0V было построено В. Б. Никоновым на основе результатов спектрофотометрических наблюдений Д. Барбье и Д. Шалонжа с учетом депрессии непрерывного спектра, обусловленной слиянием бальмеровских линий поглощения. Соответствующие данные взяты нами из табл. 16 работы В. Б. Никонова [6]. Для этих звезд нами использованы средние показатели цвета, приведенные в работе Джонсона и Моргана [1].

7. Солнце. Распределение энергии в непрерывном спектре Солнца взято нами из работы Э. Петтита [7]. Показатель цвета B—V Солнца, согласно Е. К. Никоновой [8], равен  $+0^m74$ . Величина U—B нам, к сожалению, неизвестна; мы приняли ее равной среднему значению для звезд типа G2V:  $U - B = +0^m16$ .

Вычисленные нами величины  $C_u$  и  $C_b$  для всех перечисленных звезд вместе с наблюдаемыми показателями цве-

та и показателями цвета, вычисленными по формулам (3) и (4) соответственно, приведены в таблице. Расхождение между вычисленными и наблюдаемыми показателями цвета  $U-V$  очевидно, между тем как расхождение для  $B-V$  незна-

Спектр	O7	B3V	B5V	B8V	B9V	A0V	G2V	$T=\infty$
$C_y$ . . . . .	-1.28	-1.20	-1.19	-1.14	-1.11	-1.08	-0.34	-1.42
$(B-V)_{\text{наблюд.}}$ . .	-0.25	-0.20	-0.16	-0.09	-0.05	0.00	+0.74	—
$(B-V)_{\text{вычисл.}}$ . .	-0.24	-0.16	-0.17	0.10	-0.07	-0.04	+0.70	-0.38
$C_u$ . . . . .	-0.40	-0.01	+0.14	+0.34	+0.54	+0.74	+1.05	-0.65
$(U-V)_{\text{наблюд.}}$ . .	-1.06	-0.71	-0.56	-0.29	-0.16	0.00	+0.16	—
$(U-V)_{\text{вычисл.}}$ . .	-1.52	-1.13	-0.98	-0.78	-0.58	-0.38	-0.07	-1.77

чительно. В последнем столбце таблицы приведены данные, соответствующие черному излучению бесконечно большой температуры.

Зависимости между вычисленными величинами  $C_y$  и  $C_u$  и наблюдаемыми показателями цвета  $B-V$  и  $U-V$  иллюстрируются соответственно рис. 1 и 2. Как видно из

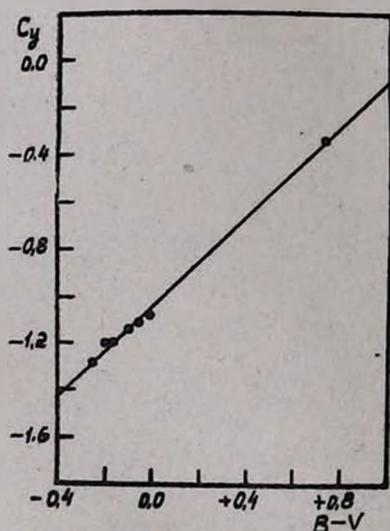


Рис. 1.

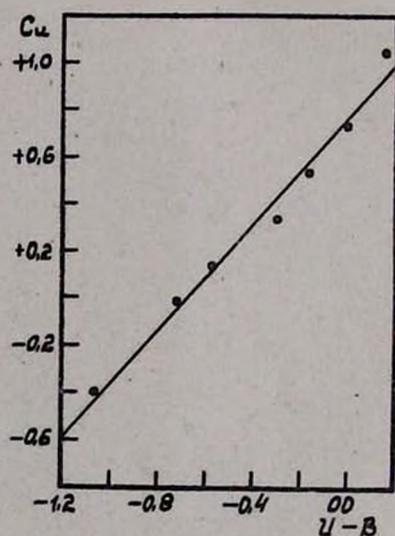


Рис. 2.

рисунков, в исследованных интервалах соответствующих показателей цвета эти зависимости примерно прямолинейные. Решение способом наименьших квадратов привело к следующим уравнениям:

$$C_y = 0.942 (B - V) - 1.047 \pm 0.027 \pm 0.008 \quad (5)$$

$$C_u = 1.126 (U - B) + 0.764 \pm 0.067 \pm 0.041 \quad (6)$$

Ошибки — средние квадратичные.

Уравнение (5) достаточно близко к соответствующему уравнению, приведенному в работе Джонсона и Моргана. Незначительное различие этих уравнений можно рассматривать как следствие недостаточной точности использованных нами данных о распределении энергии в спектрах звезд или об их показателях цвета. В частности, уменьшение показателя цвета  $B - V$  Солнца всего лишь на  $0^m05$  приводит к полному совпадению уравнения (5) с уравнением (3). Однако ошибки такого рода едва ли настолько велики, чтобы объяснить резкое различие между уравнениями (4) и (6). С другой стороны, возможное влияние эффекта Форбса также не в состоянии объяснить полученное расхождение, особенно если учесть тщательность методики получения внеатмосферных цветовых эквивалентов.

Единственным приемлемым объяснением указанного выше расхождения является неточность приведенных в [2] и [3] кривых спектральной чувствительности аппаратуры, что может иметь место в случае, если при получении этих кривых авторами не учтен какой-либо элемент оптической системы, использованный в дальнейшем при наблюдениях. Заметим, что уравнение (6) совпадает с уравнением (4), если предположить, что в систему введена линза, характеризующаяся оптическими параметрами увиоля.

Из всего изложенного следует, что фотометрическая система U, B, V не характеризуется спектральной чувствительностью аппаратуры, приведенной в [2] и [3]. Для перехода к системе, характеризующейся такой спектральной чувствительностью, необходимо, очевидно, увеличить показатели цвета U — B, приведенные Джонсоном и Морганом, в

1.13 раз. Имеющиеся же показатели цвета соответствуют несколько иной фотометрической системе. Эффективная длина волны  $U$  в имеющейся системе равна примерно 3600Å, а интегральная чувствительность в этих лучах примерно на одну четверть меньше, чем получается по соответствующей кривой, приведенной в [2] и [3].

#### Մ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ,

ԴԻՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ Ս. Բ. Վ ՖՈՏՈՄԵՏՐԻԿ ՍԻՍՏԵՄԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

#### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ս, Բ, Վ սիստեմի գույնի ցուցիչների և համապատասխան սպեկտրալ տիրույթներում գրանցվող էներգիաների բացարձակ քանակությունների հարաբերությունների կապը բնորոշելու համար Ջոնսոնի և Մորգանի աշխատանքում բերված են (3) և (4) հավասարումները: Ներկա աշխատանքում փորձ է արվել անկախ ճանապարհով ստանալ այդ հավասարումները՝ օգտագործելով մի շարք լավ ուսումնասիրված աստղերի գույնի ցուցիչները Ս, Բ, Վ սիստեմում, նրանց սպեկտրներում էներգիայի բաշխումը և այդ սիստեմի սպեկտրալ զգալնություն կորերը: Աղյուսակ 1-ում բերված են էներգիաների վերոհիշյալ հարաբերությունները, նրանց միջոցով հաշված գույնի ցուցիչները և դիտված գույնի ցուցիչները: Ինչպես երևում է դիտված և հաշված  $U-B$  գույնի ցուցիչների միջև գոյություն ունի զգալի սիստեմատիկ տարբերություն: Համապատասխան տվյալները տեղադրված են նկ. 5կ. 1-ում և 2-ում: Այդ տվյալների լուծումը փոքրագույն քառակուսիների մեթոդով (3) և (4) հավասարումների փոխարեն բերում է (5) և (6) հավասարումներին: (3) և (5) հավասարումների գործակիցները դրեթև միենույնն են: Սակայն (4) և (6) հավասարումները խիստ տարբերվում են իրարից: Այդպիսի տարբերությունը կարող է լինել միայն ուլտրամանուշակագույն սպեկտրալ զգալնության կորի անճշտության հետևանք: Այդ կորի էֆեկտիվ ալիքային երկայնությունը ստացվում է մոտ 3600Å (Ջոնսոնի և Մորգանի կողմից արվող 3550Å-ի փոխարեն), իսկ նրա ինտեգրալ զգալնությունը մեկ քառորդով ավելի փոքր է, քան այն տրվում է հիշյալ հեղինակների կողմից:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *H. L. Johnson, W. W. Morgan, Ap. J., 117, 313, 1953.*
2. *H. L. Johnson, Ann. d'Ap., 18, 292, 1955.*
3. *H. L. Johnson, W. W. Morgan, Ap. J., 114, 522, 1951.*
4. *L. Divan, J. des Observateurs, 37, 93, 1955.*
5. *W. A. Hiltner, H. L. Johnson, Ap. J., 124, 367, 1956.*
6. *В. Б. Никонов, Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории, 14, 1953.*
7. *E. Pettit, Ap. J., 91, 159, 1940.*
8. *Е. К. Никонова, Известия Крымской астрофизической обсерватории, 12, 56, 1951.*

