

УДК 524.4

## Исследование скопления NGC 6823 на основе фотометрических, кинематических и спектральных данных

В. И. Кузнецов

Показана несовместимость кинематических параметров некоторых звезд — вероятных членов скопления NGC 6823 — с их фотометрическими и спектральными характеристиками. Включение их в состав скопления вызывает эффект сильного дифференциального поглощения, переменность коэффициента перехода от селективного поглощения к полному  $R$  и приводит к ошибочным определениям физических характеристик скопления. На диаграммах  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  звезды фона формируют ложные последовательности, похожие на главные последовательности скоплений, что может отразиться на оценке расстояния и других параметров скопления, определяемых фотометрическими методами. Существующая точность кинематических, фотометрических и спектральных данных не позволяет уверенно отделить члены скопления от звезд ассоциации Vul OB 1. Поэтому исследование физических параметров скопления затруднено. Аномальное покраснение звезд O—B3 ассоциации Vul OB 1 связано, по-видимому, с наличием темных пылевых облаков, входящих в состав области звездообразования. Расстояние до скопления, тесно связанного с ассоциацией и областью звездообразования, составляет 2.2 кпк.

*THE INVESTIGATION ON THE NGC 6823 CLUSTER BASED ON PHOTOMETRIC, KINEMATIC AND SPECTRAL DATA, by Kuznetsov V. I.* — An incompatibility of kinematic data of certain stars (probable members of NGC 6823 cluster) with their photometric and spectral characteristics is shown. It is established that the consideration of these stars as cluster's members leads to the effect of intense differential reddening, to the variability of the coefficient  $R$  of transition from selective absorption to total one, and it can also lead to the erroneous estimation of physical characteristics of the cluster. The background stars in the direction of the NGC 6823 cluster form false sequences on the diagrams  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  which are similar to the main sequences of clusters, that may affect the distance estimates and other parameters of the cluster defined by the photometric methods. Existing accuracy of kinematic, photometric and spectral data does not allow confident differentiation of cluster members and stars of Vul OB 1 association. For this reason the investigation of physical characteristics of the cluster is difficult. The anomalous reddening of O—B3 stars of Vul OB 1 association is apparently caused by the presence of dark dust clouds in the star formation region. The distance to the cluster which is closely connected with the association and star formation region is 2.2 kpc.

Рассеянное звездное скопление (РЗС) NGC 6823 физически связано с ассоциацией Vul OB 1 [2] и областью звездообразования (ОЗ) [18]. Имеющиеся в настоящее время сведения об основных параметрах РЗС NGC 6823 — расстоянии и поглощении — весьма противоречивы. Некоторые авторы [19, 22, 24] отмечают сильное дифференциальное поглощение в скоплении. Детально исследовав этот вопрос по данным фотоэлектрической  $UBV$ -фотометрии, авторы работы [26] обнаружили, что избытки цвета звезд — вероятных членов скопления, выделенных по данным о собственных движениях, изменяются от 0.60 до 1.16<sup>m</sup>. Наряду с этим в [22] даны сведения о переменности коэффициента  $R$  от 3.0 до 5.0. В [28, 29] сделан вывод о постоянстве  $R$  и вместе с тем отмечено существование плотного пылевого облака на периферии скопления. Во всех перечисленных исследованиях привлекались звезды — вероятные члены скопления, выделенные на основе данных о собственных движениях звезд [22].

Современные оценки расстояния до скопления составляют от 1 до 4 кпк [22, 24, 26, 29, 30]. Все это создает неопределенности при исследовании физических параметров скопления и требует, с одной стороны, дополнительного наблюдательного материала, с другой — более критического подхода к анализу уже имеющихся данных.

Большинство предыдущих определений физических характеристик скопления основано на данных *UBV*-фотометрии и *Q*-методе. Отличительная черта настоящего исследования — использование спектральной классификации слабых звезд до  $15.0^m$  (*B*) [7] в области диаметром  $1^\circ$ , которая более чем вдвое превышает размеры скопления, включая его корону. Основная задача работы — выяснить причины неопределенности в оценках расстояния до скопления и поглощения света в районе РЗС на основе комплексных данных о фотометрических [4, 22, 26], кинематических [22] и спектральных [7, 22] характеристиках звезд.

К исследованиям привлечены звезды, принадлежность которых к скоплению установлена по данным о собственных движениях звезд [22]. В табл. 1 приведены вероят-

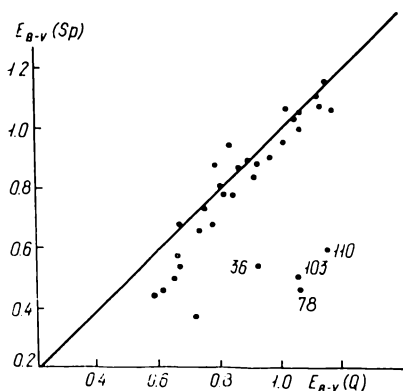
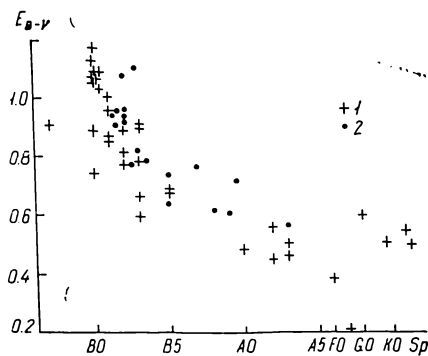


Рис. 1. Сравнение значений избытков цвета, полученных по спектральным классам  $E_{B-V}(Sp)$ , с избытками  $E_{B-V}(Q)$ , вычисленными *Q*-методом

Рис. 2. Зависимость избытков цвета от спектрального класса звезд — вероятных членов скопления (1) и звезд фона (2)



ность *P* принадлежности звезды к скоплению по данным [22]; величина *V* и цвет *B—V* из каталогов [22, 26]; спектральные классы [7, 22].

Для звезд, имеющих спектральные классы, вычислены избытки цвета ( $E_{B-V}(Sp)$ ), которые сопоставлены с избытками  $E_{B-V}(Q)$ , полученными *Q*-методом [22]. На рис. 1 показано соответствующее сравнение. Можно отметить хорошее согласие результатов, найденных двумя независимыми методами, для ранних *O—B* звезд и некоторое систематическое отличие по мере перехода к звездам более поздних спектральных классов. Для звезд 36, 78, 89, 103, 110, 113 отклонения во много раз превышают ошибки спектральной классификации [6]. По-видимому, это связано с ошибками *Q*-метода [26], на что обращалось внимание в [9].

Спектральные данные [7, 22] позволили обнаружить сильную зависимость избытка цвета от спектрального класса звезды. Причем ее реальность подтверждается результатами двумерной спектральной классификации звезд в системе МК (табл. 1). На рис. 2 крестиками показаны звезды — вероятные члены скопления. Вместе с тем рис. 2 подтверждает наличие сильного перепада в избытках цвета звезд — вероятных членов скопления, отмеченное в [26]. Среднее значение перепада по данным рис. 2 и работы [26] составляет около  $0.6^m$ ; он объясняется авторами [26] существованием в скоплении сильного дифференциального поглощения.

Подобная зависимость (рис. 2), показывающая монотонное увеличение избытков цвета по мере перехода от звезд поздних спектральных классов к более ранним, характерна для звезд, расположенных на разных расстояниях от Солнца, в чем легко убедиться при построении кривых поглощения в любом направлении Млечного Пути. Прямое подтверждение этого — характер распределения звезд фона (на рис. 2 они обозначены точками), которые практически повторяют зависимость  $E_{B-V}$  от *Sp* звезд — вероятных членов скопления. В табл. 2 приведены фотографические величины и цвета звезд по данным сводного каталога [22], имеющих оценки спектральных классов [7, 22]. По-видимому, более реально предположение о том, что сильные перепады в избытках цвета вызваны более протяженным по сравнению с размерами РЗС ком-

плексом пылевых облаков. Для проверки этого предположения используем результаты ранее выполненных работ по исследованию поглощения в данном направлении [8, 10] и зависимости избытков цвета от спектрального класса звезд [11—16].

Цикл работ [11—16] позволил установить зависимость  $E_{B-V}$  от  $S_p$  в узком спектральном интервале O—B3 звезд молодых PЗС и ассоциаций. Статистически показано, что максимальное значение избыточного поглощения  $\Delta E_{B-V}$  могут иметь звезды спектрального класса B0. Среднее значение  $\Delta E_{B-V}$  для звезд B0 молодых PЗС составляет  $0.19^m$ , а для звезд ассоциаций —  $0.35^m$  [13]. У звезд более поздних, чем B3 (начиная с B4), эта зависимость отсутствует [16]. Рис. 2, однако, показывает зависимость и для звезд более поздних, чем B4. Принимая во внимание результаты [11—16] (основанные на многочисленных исследованиях молодых PЗС и ассоциаций северного и южного полушарий), можно сделать вывод о том, что звезды более поздние, чем B3, к скоплению NGC 6823 не относятся. Они являются звездами фона.

Таблица 1. Величина, цвет и спектральный класс звезд—вероятных членов скопления

Номер п/п	Номер звезды по [22]	Номер звезды по [4]	P, %	V	B-V	$S_p$	Номер п/п	Номер звезды по [22]	Номер звезды по [4]	P, %	V	B-V	$S_p$
1	1	835	73	13.13 <sup>m</sup>	0.46 <sup>m</sup>	A0	22	77	1149	97	10.14 <sup>m</sup>	0.74 <sup>m</sup>	B1 III
2	4	1101	91	10.28	0.82	B0	23	78	1138	93	10.24	1.83	K7
3	5	1391	97	12.67	0.72	B3	24	80	—	96	12.38	0.66	—
4	8	1087	98	9.48	0.78	B0	25	81	—	98	11.07	0.57	B0.5—1
5	9	814	95	12.48	0.50	A2 V	26	83	—	97	9.35	0.58	O7
6	13	1091	67	12.27	0.65	B2	27	84	993	97	11.60	0.76	B0.5 V
7	18	1203	98	11.99	0.75	—	28	86	1316	96	11.92	0.75	B0
8	24	1209	94	11.85	0.70	B1	29	88	995	97	11.84	0.77	B0
9	30	1212	85	12.61	0.70	B3	30	89	1001	82	12.61	0.65	F5
10	32	888	97	12.25	0.61	A2	31	92	—	51	12.65	0.75	—
11	36	911	97	12.50	1.70	K5	32	93	1307	93	12.72	0.80	—
12	46	—	88	8.75	0.87	B0.5 I	33	96	—	55	11.98	0.48	—
13	50	1179	96	12.94	0.59	B3	34	101	1525	48	12.99	0.58	A3
14	54	1171	97	11.61	0.54	B2 III	35	103	1310	95	12.91	1.26	G8
15	57	860	97	12.06	0.57	B2 V	36	104	1002	98	11.74	0.87	B0
16	59	1175	93	12.12	0.52	B2: V	37	110	965	79	9.25	1.19	G0
17	68	863	95	9.75	0.45	B0 IV	38	113	1269	75	12.92	0.68	F0
18	69	862	97	12.04	0.51	B5	39	115	1263	97	10.79	0.39	B3 IV
19	72	—	97	9.97	0.70	B1	40	119	1259	95	10.99	0.46	B3 V
20	73	—	77	12.86	0.45	—	41	143	951	82	12.67	0.54	A3
21	74	—	95	11.31	0.58	B0							

Таблица 2. Величина, цвет и спектральный класс звезд фона

Номер п/п	Номер звезды по [22]	P, %	V	B-V	$S_p$	Номер п/п	Номер звезды по [22]	P, %	V	B-V	$S_p$
1	3	0	10.58 <sup>m</sup>	0.54 <sup>m</sup>	B2	10	95	—	12.36 <sup>m</sup>	0.47 <sup>m</sup>	B5 V
2	14	0	13.26	0.67	B2	11	99	—	13.64	0.73	B2
3	17	—	13.31	0.72	B2	12	111	—	13.50	0.63	B3
4	38	0	12.11	0.52	B8	13	118	—	13.23	0.68	B2:
5	40	0	13.38	0.72	A0	14	120	0	11.55	0.55	B9 V
6	48	—	13.35	0.85	B2	15	130	1	11.49	0.59	B3
7	52	—	13.49	0.65	B7	16	135	—	13.55	0.72	B2
8	66	—	13.04	0.57	B5	17	139	—	13.97	0.91	B3
9	85	—	13.13	0.73	B7	18	142	—	13.85	0.63	A3

Среднее значение избытка цвета (рис. 2) для звезд спектрального класса B4 составляет  $0.7^m$ . Ранее мы исследовали строение Млечного Пути в направлении на скопление NGC 6823 [8, 10]. Анализ кривых поглощения области площадью 18 квадратных градусов вокруг скопления NGC 6823 показывает, что звезды с  $E_{B-V} \leq 0.7^m$  располагаются на средних расстояниях  $r \leq 600$  пк [10]. Кривые поглощения [10] построены

на основе статистического материала для 1778 звезд, имеющих  $B$ ,  $V$ -величины и оценки спектральных классов в системе МК. Аналогичные выводы можно сделать по данным работы [8], в которой ход кривой поглощения исследован в площадке  $1 \times 1^\circ$  на основании звездных величин и спектральных классов около 300 звезд. Выводы о наличии эффекта дифференциального поглощения в скоплении [26], переменности коэффициента  $R$  [22] и о наличии плотного пылевого облака на периферии скопления [29] базируются на предположении о том, что все звезды (41 звезда с вероятностью принадлежности к скоплению  $P \geq 48\%$ ) относятся к скоплению. Для построения зависимости  $E_{B-V}(Sp)$  (рис. 2) использованы фотометрические и спектральные наблюдения 35 звезд. Оказывается, что для 15 звезд (из 35)  $E_{B-V} < 0.7^m$  и они, по-видимому, являются звездами переднего фона, расположенными на  $r \leq 600$  пк. На расстояниях  $r > 600$  пк поглощение продолжает увеличиваться и достигает  $3.4^m$  на  $r = 2.3$  кпк [8]. На этом расстоянии, согласно [29], находится скопление NGC 6823. По кривой зависимости поглощения  $A_b$  от  $r$  для IV участка области, куда попадает скопление NGC 6823 [10], поглощение на расстоянии  $r = 2.3$  кпк составляет  $3.8^m$ . Значения  $3.4^m$  [8] и  $3.8^m$  [10] в пределах ошибок согласуются с верхней границей перепада в  $E_{B-V}$  по данным [26] и рис. 2. Полученные характеристики межзвездного поглощения света в направлении на скопление NGC 6823 хорошо согласуются с результатами других исследователей [5, 17, 23].

Итак, выполненный анализ приводит к выводу о том, что около 40% звезд — вероятных членов РЗС, выделенных по данным о собственных движениях звезд [22], расположены на малых расстояниях от Солнца и являются звездами переднего фона. С другой стороны, не вызывают сомнений результаты исследований собственных движений звезд, полученные из наблюдательного материала с разностью эпох 48 лет, который обработан тщательным образом на современном уровне [22]. Поэтому причины, в силу которых кинематические характеристики звезд — вероятных членов скопления — не согласуются с фотометрическими и спектральными наблюдениями, интересны сами по себе и требуют самостоятельного исследования. Очевидно, что эти звезды должны обладать либо аномальными фотометрическими или спектральными свойствами, либо пекулярными скоростями. Приняв за основу кинематические данные о принадлежности 41 звезды к скоплению NGC 6823, исследователи пришли к несогласующимся выводам о существовании сильного дифференциального поглощения [26], переменности коэффициента  $R$  [22] и отличающемся от общепринятого для скоплений распределении звезд по массам [21] с показателем в функции масс  $x = 0.8$  вместо 1.5.

Если принять за основу фотометрические и спектральные характеристики звезд, то наиболее вероятной причиной их несоответствия с кинематическими данными может быть пекулярность скоростей. В таком случае исходное предположение кинематических критериев отбора членов РЗС по собственным движениям для некоторых звезд оказалось неприемлемым. Вызывает опасение возможная типичность этого явления, которая может лишить исследователей одного из самых строгих критериев отбора вероятных членов РЗС по собственным движениям звезд. Дело в том, что подобные эффекты дифференциального поглощения обнаружены в семи из тринадцати программных РЗС [25], что нуждается в соответствующей проверке и анализе. Нет необходимости подчеркивать актуальность этой задачи, поскольку расчеты всех параметров РЗС и результаты их сравнения с теоретическими данными в первую очередь зависят от правильности и полноты отбора членов скопления.

Проведем дополнительные исследования достоверности отбора звезд — вероятных членов скопления NGC 6823 по данным [22]. На рис. 3 представлена диаграмма  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  для звезд O—A3, где  $V_0 = V - RE_{B-V}$  и  $(B-V)_0$  — истинные величины и цвета звезд. Крестиками обозначены вероятные члены РЗС по данным табл. 1, точками — звезды фона по данным табл. 2. Видно, что дисперсия членов скопления и звезд фона приблизительно одинакова, хотя в первом случае использованы фотоэлектрические измерения, а во втором — фотографические. Для определения расстояния до скопления в [26] использована диаграмма  $V_0$ ,  $(U-B)_0$ . На рис. 4 для сравнения дана диаграмма  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  по [26]. Сравнение диаграмм (рисунки 3, 4) показывает, что для вероятных членов РЗС дисперсия — одного порядка независимо от методов определения истинного цвета звезд. Исключение составляют звезды 36, 78, 103, 108 как следствие ошибок в определении  $E_{B-V}$  с помощью Q-метода (рис. 1).

Угловые размеры скопления, включая корону, составляют  $18'$  [2, 3], а ассоциация —  $100\text{--}200'$  [2]. Интересно, как на диаграмме  $V_0, (B-V)_0$  располагаются звезды — вероятные члены скопления по [22] и звезды, находящиеся за пределами короны скопления, в кольце диаметром  $30' \leq d \leq 60'$ . Приведем номера звезд, находящихся за пределами короны скопления (по [4, 7]): 647, 650, 655, 657, 660, 665, 669, 679, 682, 714, 720, 721, 723, 732, 751, 764, 789, 807, 833, 845, 847, 855, 1018, 1021, 1027, 1037, 1049, 1053, 1061, 1075, 1096, 1124, 1126, 1347, 1365, 1369, 1371, 1375, 1378, 1400, 1413, 1414, 1417, 1437, 1448, 1451, 1456, 1474, 1522, 1531, 1532, 1544.

На основании фотографических  $B, V$ -величин и спектральных классов этих звезд построена диаграмма (рис. 5). Чтобы сохранить однородность фотометрических данных,

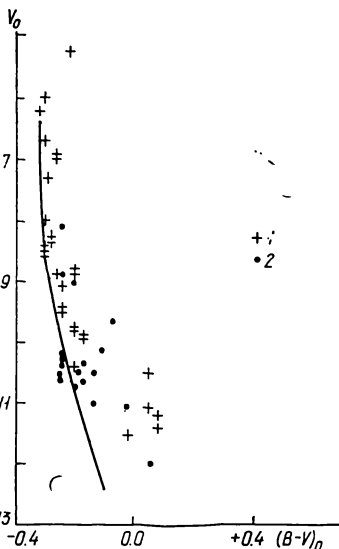


Рис. 3. Диаграмма  $V_0, (B-V)_0$  звезд — вероятных членов скопления (1) и звезд фона (2)

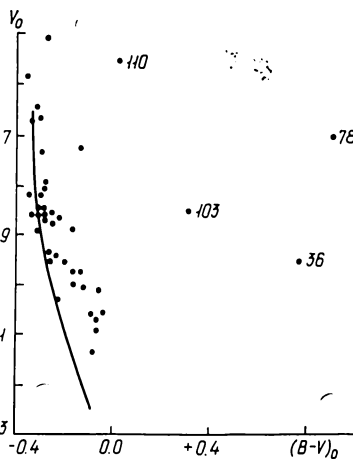


Рис. 4. Диаграмма  $V_0, (B-V)_0$  звезд — вероятных членов скопления, построенная по данным работы [26]

для вероятных членов РЗС величины  $B, V$  также взяты из каталога [4]. Обозначения на рис. 5 такие же, как и на рис. 3. Видно, что дисперсия членов скопления и звезд, находящихся за пределами короны, приблизительно одинакова.

По данным о  $B, V$ -величинах и спектральных классах только тех звезд из табл. 1, классификация которых проведена по двум параметрам в системе МК, вычислены  $E_{B-V}, A_v, V-M_v$ , а затем и  $V_0-M_v$  этих звезд. На основе индивидуальных величин  $V_0-M_v$  вычислено среднее значение истинного модуля расстояния до скопления, которое составляет  $11.7^m$ .

На рисунках 3—5 проведем линии главной последовательности нулевого возраста (ГПНВ) по данным [27] с  $V_0-M_v=11.7^m$ . Можно отметить, что звезды фона на всех диаграммах  $V_0, (B-V)_0$  формируют последовательности, характерные для РЗС. Таким образом, звезды фона могут создавать ложные последовательности, похожие на главные последовательности (ГП) скоплений, что подтверждает выводы [20]. Практически одинаковая дисперсия в положении на диаграммах вероятных членов скопления и звезд фона еще раз подтверждает вывод о том, что звезды более поздние, чем  $B4$ , к скоплению не относятся, а являются звездами переднего фона.

На рис. 6 представлена диаграмма  $(V-M_v), E_{B-V}$ , построенная по звездам  $O-B3$  с  $E_{B-V} > 0.7^m$ . Постоянство коэффициента  $R=3.2$ , согласующееся с выводами [28, 29], — хорошее дополнительное доказательство этого факта. Легко убедиться, что построение такой диаграммы по всем звездам из табл. 1 приведет к заключению о переменности коэффициента  $R$ , обнаруженной в [22]. Таким образом, включение звезд с  $E_{B-V} < 0.7^m$  в состав РЗС вызывает эффект сильного дифференциального поглощения и переменность коэффициента  $R$ . Итак, можно сделать вывод о том, что при оконча-

тельной оценке среднего поглощения в скоплении, расстояния и других параметров РЗС звезды более поздние, чем ВЗ, с  $E_{B-V} < 0.7^m$  следует исключить из рассмотрения, поскольку они являются звездами переднего фона. Поэтому предположение авторов работы [26] о том, что 11 звезд с  $(B-V)_0 > -0.2^m$ ,  $V_0 > 9.5^m$  на диаграмме (рис. 4) находятся в стадии гравитационного сжатия, оказывается несостоятельным. Звезды О—ВЗ с  $E_{B-V} > 0.7^m$  могут характеризоваться аномальным покраснением, отмеченным в [11—16]. Однако среднее значение избыточного покраснения намного превышает оценку, характерную для РЗС, но находится в хорошем согласии с величиной, принятой для ассоциации [13]. Это свидетельствует об ошибочном включении звезд ассоциации в состав скопления, что подтверждают диаграммы (рисунки 3—5), а также оценка

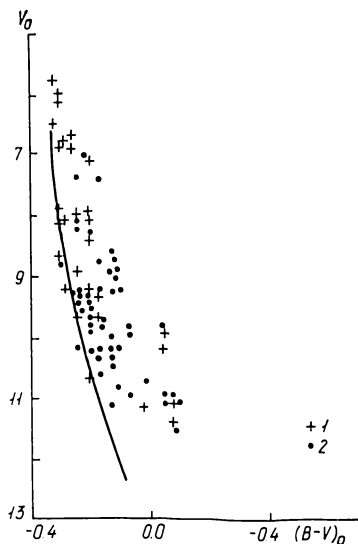


Рис. 5. Диаграмма  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  звезд — вероятных членов скопления (1) и звезд, находящихся за пределами короны скопления (2)

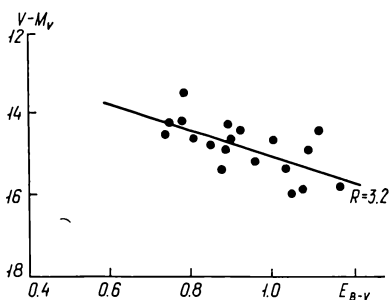


Рис. 6. Зависимость избытков цвета  $E_{B-V}$  от несправленного модуля расстояния  $V - M_V$  звезд — вероятных членов скопления с  $E_{B-V} > 0.7^m$

угловых размеров скопления, полученная по распределению в картинной плоскости всех вероятных членов РЗС по данным табл. 1. При этом угловые размеры скопления составляют около  $26'$  вместо  $18'$  [2, 3], определенных по наиболее достоверному методу звездных подсчетов. Несоответствие вызвано тем, что скопление NGC 6823 представляет собой ядро ассоциации  $\text{Vul OB 1}$  [2] (они находятся практически на одном расстоянии от Солнца). Существующая точность определения собственных движений звезд далеких скоплений не позволяет разделить звезды РЗС и ассоциации (тесно связанных между собой), линейные размеры которых порядка 10 и 100 пк соответственно. Например, звезды РЗС NGC 6823 и NGC 6830 имеют одинаковые лучевые скорости и сходные собственные движения, однако расстояние между ними не менее 100 пк [2]. Попытки отделить члены РЗС от звезд ассоциации  $\text{Vul OB 1}$  по фотометрическим и спектральным данным к успеху не привели. Таким образом, исследование физических характеристик NGC 6823 затруднительно, имеет смысл изучать пространственную структуру и параметры более протяженных звездных группировок — ассоциации или ОЗ.

Существование аномального покраснения в РЗС и ассоциациях в [16] объясняется наличием околосредных эмиссионных оболочек, параметры которых определяются спектральным классом звезды и влиянием ротационных скоростей, вызывающих изменение плотности и температуры поверхности звезды [16]. Однако О-звезды не проявляют единой тенденции в изменении  $\Delta E_{B-V}$ : в одних случаях эта величина увеличивается, в других — уменьшается по отношению к звездам В0 [11]. Эффекты покраснения В-звезд весьма различны: в одних случаях  $\Delta E_{B-V}$  для РЗС достигает  $0.3^m$ , в других — равна нулю [11].

По-видимому, существование эффекта аномального поглощения звезд О—ВЗ РЗС NGC 6823 можно объяснить наличием темных пылевых облаков, входящих в состав области звездообразования [18], которая связана со скоплением и ассоциацией  $\text{Vul OB 1}$ . Следует отметить, что пять из семи РЗС, в которых обнаружены эффекты дифференциального поглощения [25], связаны с областями звездообразования [1, 18]. Распространяя подобное объяснение эффекта аномального покраснения на другие РЗС

и ассоциации, можно отметить, что значение эффекта будет определяться наличием или отсутствием ОЗ, темных пылевых облаков, характером взаимосвязи и возможностями отделения звезд РЗС от ассоциаций или ОЗ; наличием или отсутствием звезд с peculiarными скоростями. Этот эффект будет также зависеть от размеров ассоциации и ОЗ, протяженности и плотности пылевых облаков, от отношения вероятностей принадлежности звезд к РЗС и к звездам ассоциации или ОЗ.

Среднее значение  $V_0 - M_0$  для скопления NGC 6823 и ассоциации, вычисленное по всем звездам (табл. 1) с  $E_{B-V} > 0.7^m$ , хорошо совпадает с предварительной оценкой, полученной по звездам, имеющим спектральную классификацию по двум параметрам, и составляет  $11.7^m$ . Это соответствует расстоянию до скопления 2.2 кпк, что хорошо согласуется со значением 2.3 кпк по данным [29], а также с оценками других авторов, собранными в сводном каталоге [19]: 2.2 (Беккер), 2.0 (Маркарян), 1.8 (Бархатова), 1.8 (Уивер), 2.2 (Грубиссик), 1.65 (Джонсон), 2.2 (Баском), 2.26 кпк (Длужневская). Вместе с тем в [19] содержатся и более высокие оценки расстояния до скопления: 3.89 (Трюмплер), 3.22 (Коллиндер), 4.6 (Цуг), 2.2—3.7 кпк (Беккер). По данным [30] расстояние до скопления составляет 3.8 кпк, по оценкам [24, 26] — 2.9 и 3.5 кпк соответственно. Эти оценки получены путем сопоставления диаграмм  $V_0$ ,  $(U-B)_0$  и  $V_0$ ,  $(B-V)_0$  скоплений с ГПНВ. Однако звезды фона в направлении на скопление NGC 6823 образуют ложные ГП (рисунки 3, 5), что может привести к ошибкам при определении расстояния фотометрическими способами. Угловые размеры скопления NGC 6823 по данным [2] равны  $18'$ . Таким образом, линейные размеры скопления (включая корону), находящегося на расстоянии 2.2 кпк, составляют 11.5 пк.

Итак, показана несовместимость кинематических параметров некоторых звезд — вероятных членов скопления NGC 6823 — с их фотометрическими и спектральными характеристиками. Включение их в состав скопления вызывает эффект сильного дифференциального поглощения [26], переменность коэффициента  $R$  [22] и приводит к ошибочным расчетам физических характеристик РЗС. Аномальное покраснение звезд O—B3 ассоциации Vul OB 1, по-видимому, связано с наличием темных пылевых облаков, входящих в состав области звездообразования. Полученные выводы следует проверить на большем статистическом материале и в первую очередь на тех РЗС, где обнаружены эффекты сильного дифференциального поглощения [25].

Исходя из изложенного, следует особо отметить актуальность комплексного подхода к исследованиям РЗС по кинематическим, фотометрическим и спектральным данным.

1. *Аведисова В. С.* Каталог областей звездообразования в Галактике. I. Данные наблюдений.— М.: Наука, 1981.— 139 с.
2. *Бархатова К. А.* Рассеянные звездные скопления NGC 6823 и NGC 6830 // *Астрон. журн.*— 1957.— 34, вып. 6.— С. 848—859.
3. *Бархатова К. А., Пыльская О. П.* Границы корон рассеянных звездных скоплений // *Звездные скопления и двойные системы.*— Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1978.— С. 65—96.
4. *Ворошилов В. И., Каландадзе Н. Б., Колесник Л. Н. и др.* Каталог величин  $B$  и  $V$  12 000 звезд.— Киев: Наук. думка, 1969.— 256 с.
5. *Григорьева Н. Б.* Исследование межзвездного поглощения и пространственного распределения звезд A0 в Лисичке (галактические долготы  $l^{\text{II}} = 56-61^\circ$ ) // *Сообщ. Гос. астрон. ин-та им. П. К. Штернберга.*— 1970.— № 162.— С. 3—7.
6. *Кузнецов В. И.* Классификация звезд по нерасширенным низкодисперсным спектрограммам и некоторые результаты ее применения для изучения структуры Галактики // *Астрометрия и астрофизика.*— 1978.— Вып. 34.— С. 30—43.
7. *Кузнецов В. И.* Спектральная классификация звезд до  $15.0^m$  вокруг скопления NGC 6823 // *Там же.*— 1981.— Вып. 45.— С. 53—56.
8. *Кузнецов В. И.* Структура внутреннего края Местной спиральной ветви в направлении на скопление NGC 6823 // *Там же.*— 1982.— Вып. 46.— С. 36—42.
9. *Кузнецов В. И.* К вопросу о применении метода  $P-Q$  диаграмм для изучения звездных скоплений // *Кинематика и физика небес.* тел.— 1986.— 2, № 2.— С. 45—50.
10. *Метревели М. Д., Кузнецов В. И.* Межзвездное поглощение света и пространственное распределение звезд в области вокруг скопления NGC 6823 // *Бюл. Абастум. астрофиз. обсерватории.*— 1977.— 48.— С. 125—134.
11. *Разник Р. М.* Аномальное покраснение ранних В-звезд в рассеянных скоплениях // *Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.*— 1965.— 33.— С. 301—307.
12. *Разник Р. М.* Аномальное покраснение O- и ранних В-звезд в рассеянных скоплениях // *Там же.*— 1965.— 34.— С. 227—237.

13. Разник Р. М. Количественные оценки величины аномального покраснения ранних звезд в молодых рассеянных скоплениях и О-ассоциациях // Там же.— 1967.— 36.— С. 264—273.
14. Разник Р. М. Избыточное поглощение света О—В3 звезд в скоплениях южного неба // Астрон. журн.— 1976.— 53, вып. 5.— С. 924—930.
15. Разник Р. М. О зависимости избытков цвета ОВ-звезд рассеянных скоплений от спектральных типов и классов светимости // Астрон. циркуляр.— 1979.— № 1044.— С. 5—8.
16. Разник Р. М. Покраснения В-звезд при сходе с главной последовательности // Науч. информ. Астрон. совет АН СССР.— 1984.— 56.— С. 142—145.
17. Федорченко Г. Л. Межзвездное поглощение в направлении на скопление NGC 6823 // Астрометрия и астрофизика.— 1969.— Вып. 8.— С. 62—64.
18. Шевченко В. С. Структура областей звездообразования // Астрон. журн.— 1979.— 56, вып. 2.— С. 297—312.
19. Alter G., Ruprecht J., Vanýsek V. Catalogue of star clusters and associations.— Budapest: Acad. Kiadó, 1970.
20. Burki G., Maeder A. On the use of UBV photometric diagrams for inferring the existence of an open star cluster // Astron. and Astrophys.— 1973.— 25, N 1.— P. 71—77.
21. Dluzhnevskaya O. B., Myakutin V. I., Piskunov A. E., Vereshchagin S. Investigation of initial mass function from machine-readable data on young open clusters // Бюл. Абастум. астрофиз. обсерватории.— 1985.— 59.— С. 155—159.
22. Ericson R. R. Membership of the young open cluster NGC 6823 // Astron. and Astrophys.— 1971.— 10, N 2.— P. 270—277.
23. FitzGerald M. P. The distribution of interstellar reddening material // Astron. J.— 1968.— 73, N 10.— P. 983—994.
24. Moffat A. F. J. Photometry of eleven young open star cluster // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.— 1972.— 7, N 3.— P. 355—384.
25. Sagar R. Photometric investigation of open cluster // Бюл. Абастум. астрофиз. обсерватории.— 1985.— 59.— С. 191—202.
26. Sagar R., Joshi U. C. Study of the galactic cluster NGC 6823 // Astrophys. and Space Sci.— 1981.— 75, N 2.— P. 465—472.
27. Schmidt-Kaler Th. Physical parameters of the star // Landolt—Börnstein: Numerical data and functional relationships.— New York: Springer, 1982.— P. 1—34.
28. Turner D. G. New determinations of R in open clusters // Astron. J.— 1976.— 81, N 12.— P. 1125—1133.
29. Turner D. G. A study of the extinction in the young open cluster NGC 6823 // J. Roy. Astron. Soc. Can.— 1979.— 73, N 2.— P. 74—79.
30. Walker G. A., Hodge S. M. Spectral types and H $\gamma$  observations for stars in eight associations // Publ. Astron. Soc. Pacif.— 1968.— 80, N 474.— P. 290—308.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,  
Киев

Поступила в редакцию 08.05.87,  
после доработки 29.06.87

## РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 521.95+520.16

**ВЫЧИСЛЕНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ ДО ЗЕНИТНОГО РАССТОЯНИЯ 85° ПО ПЯТОМУ ИЗДАНИЮ ТАБЛИЦ ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ / Гусева И С., Фомин В. А.**

(Рукопись деп. в ВИНТИ; № 1890-В88)

Описан алгоритм вычисления астрономической рефракции до зенитного расстояния 85°, построенный на основе пятого издания таблиц рефракции Пулковской обсерватории и предназначенный для использования программируемых микрокалькуляторов и малых персональных компьютеров. Ошибка вычисления рефракции (относительно таблиц) не превышает 0,02" для зенитного расстояния 85°.