

УДК 524.5.54.82

КОЛОРИМЕТРИЯ ДИФФУЗНЫХ ТУМАННОСТЕЙ
S 156, S 157A, S 158, NGC 7635

Э. С. ПАРСАМЯН, В. М. ПЕТРОСЯН

Поступила 1 августа 1983

Принята к печати 15 января 1984

Приведены результаты колориметрического исследования диффузных туманностей S 156, S 157A, S 158, NGC 7635, возбуждаемых звездами типа O. Определены интегральные звездные величины U , B , V и их показатели цвета $U-B$, $B-V$. Приведены картины изоденс туманностей. Колориметрические данные показывают, что они мало отличаются друг от друга по своим физическим свойствам. Нахождение четырех звезд типа O в одной области и схожесть физических характеристик туманностей, связанных с ними, позволяет подтвердить представление о том, что все они являются членами одной ассоциации. Туманности, связанные со звездами типа O, следуя представлениям В. А. Амбарцумяна, можно считать остатками звездообразования.

1. *Введение.* Туманности S 156, S 157A, S 158 [1], NGC 7635, находящиеся в галактической плоскости в пределах 1° вокруг $l = 111^\circ$ и в $2.5'$ от остатка сверхновой Cas A, представляют компактные H II-области, возбуждаемые звездами спектрального класса O.

На красных Паломарских картах заметно, что указанные H II-области являются яркими конденсациями на общем диффузном фоне. Это подтверждается и радионаблюдениями данной области, показывающими, что эти туманности являются дискретными радиисточниками на слабом радиофоне. Наблюдения на $\lambda 21$ см показывают, что они образуют физическую систему, погруженную в общее облако [2—4].

В табл. 1 приведены данные о туманностях, взятые из [2].

В настоящей работе приводятся результаты колориметрического исследования туманностей S 156, S 157A, S 158, NGC 7635.

2. *Наблюдательный материал.* Туманности фотографировались в трех лучах в системе U, B, V на $40''$ телескопе Бюраканской обсерватории одним из авторов (Э. П.). Все туманности получались на одной пластинке. Данные о наблюдательном материале приведены в табл. 2.

Для калибровки и стандартизации пластинок были получены внефокальные снимки стандартной области NPS. Используя коэффициенты

экстинкции, полученные для Бюракана [5], введены поправки за атмосферное поглощение. Пластинки измерялись на микрофотометре «Шнелл» Бюраканской обсерватории сплошным образом, диафрагмой, вырезающей на изображении туманности область с площадью 94 кв. секунды дуги. Нами определены интегральные звездные величины U , B , V , вычисленные

Таблица 1
СПИСОК ИССЛЕДУЕМЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Объект	Размеры (мян. дуги)	V_T (H α) (км/с)	R (хпс)
S 156 = IC 1470	2×2	—52.8	4.35
S 157A	3×3	—46.0	3.5
S 158 = NGC 7538	8×7	—50.8÷—59.6	4.1÷4.8
NGC 7635	3×3	—42.3÷—58.4	3.5÷4.8

путем суммирования яркостей всех точек туманности. Интегральные показатели цвета $U-B$, $B-V$ были определены путем суммирования только общих точек туманности, промеренных во всех трех лучах. Следует отметить, что измерения туманностей проводились относительно общего диффузного фона, на котором они наблюдались как яркие H II-области.

Таблица 2
НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

№ пл.	Эмульсия	Фильтр	Экспоз. (мин)	Дата
18	Kodak OaD	GG-11	30	23.5.1966
26	Zu-2	BG-13	45	26.7.1966
40	Kodak OaD	GG-11	45	8.8.1966
60	Kodak OaD	GG-11	45	15.8.1966
75	Zu-2	BG-13	10	22.8.1966
84	Zu-2	UG-2	25	17.7.1967
85	Zu-2	UG-2	25	18.7.1967
94	Zu-2	UG-2	45	2.8.1967
191	Zu-2	BG-13	20	18.7.1968

Так как все эти туманности связаны со звездами типа O, на полученные значения U , B , V сильно повлияли эмиссионные линии. Особенно это относится к значениям поверхностных яркостей в лучах U , которые почти целиком определяются монохроматическим изображением туманности в линии λ 3727 [O II].

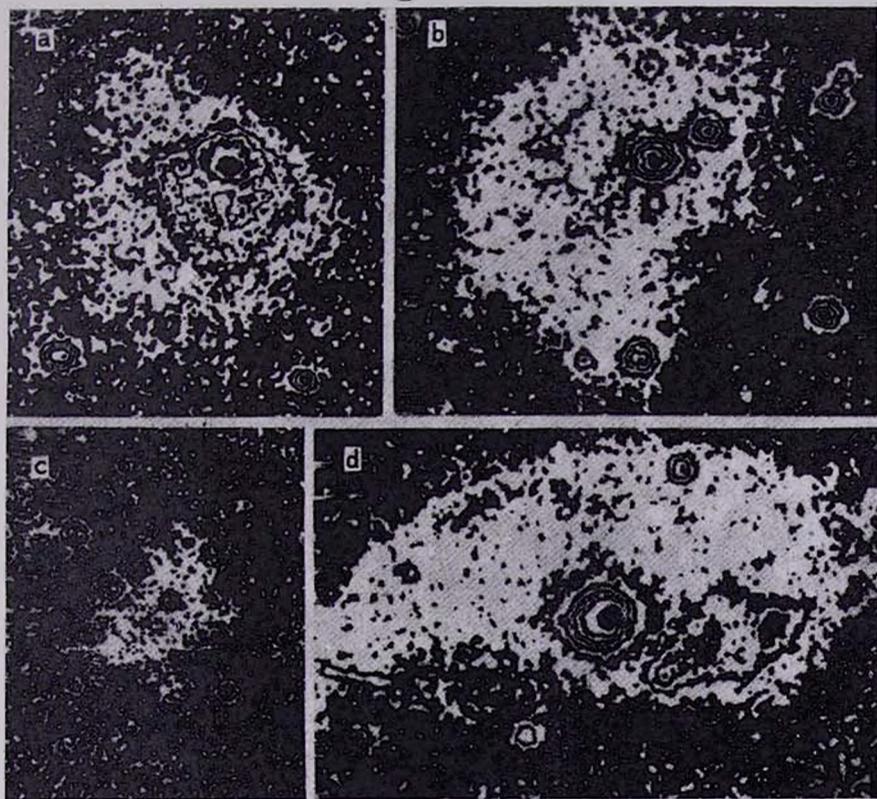


Рис. 1. Картины изоденс туманностей: а) S 156; б) S 157 А; в) S 158; д) NGC 7635.

К ст. Э. С. Парсамян, В. М. Петросян

На комплексе PDS Бюраканской обсерватории были построены картины изоденс туманностей.

3. *Результаты.* Ниже приводятся результаты измерений каждой туманности в отдельности.

S 156 = IC 1470 — Имеет яркую центральную часть, внутри которой находится возбуждающая звезда типа O [3]. Внутри туманности есть несколько маленьких конденсаций, которые хорошо видны на снимках в *U*, *B*, *V*, а также в линиях H_α и [N II] [3]. Особенно выделяется конденсация, находящаяся к северу от возбуждающей звезды в линиях N_1 , N_2 [O III] [3].

На рис. 1а приведена фотография изоденс туманности *S 156* в *U* лучах, хорошо согласующаяся с монохроматическими изображениями в линиях.

Интегральные звездные величины туманности в лучах *U*, *B*, *V* и показатели цвета *U—B*, *B—V* приведены в табл. 3.

Таблица 3

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА И
ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА *S 156*

<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>U—B</i>	<i>B—V</i>
12 ^m 3	13 ^m 1	12 ^m 5	—	—
12.3	13.8	13.1	-1 ^m 5	+0 ^m 7

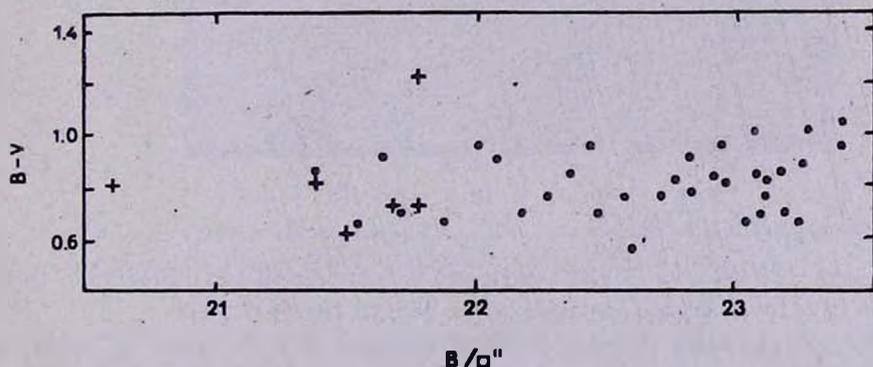


Рис. 2. График зависимости *B—V* от *B* для *S 156*.

На рис. 2 представлен график зависимости *B—V* от *B*, что характеризует изменение *B—V* с расстоянием от освещающей звезды. Из рис. 2 видно, что между величинами *B—V* и *B* корреляция не наблюдается. Отметим, что наблюдения в инфракрасных лучах в интервале 10—20 мкм ука-

зывают на присутствие пыли в S 156 [6]. Радионизлучение от туманности имеет тепловую природу [7].

S 157A — Является ярким сгущением в S 157. Звезда, возбуждающая излучение туманности, позднего спектрального подкласса O [2].

На рис. 1b приведена картина изоденс S 157A в U лучах. На ней хорошо видно, что распределение яркости по S 157A несимметрично относительно центральной звезды, что хорошо согласуется со снимком туманности в H α , приведенным в [8]. Следует отметить, что в [8] приведены доказательства существования иррегулярного распределения пыли внутри и перед S 157A. На рис. 3 дана зависимость B—V от B, где изменение B—V от B напоминает таковое для S 156.

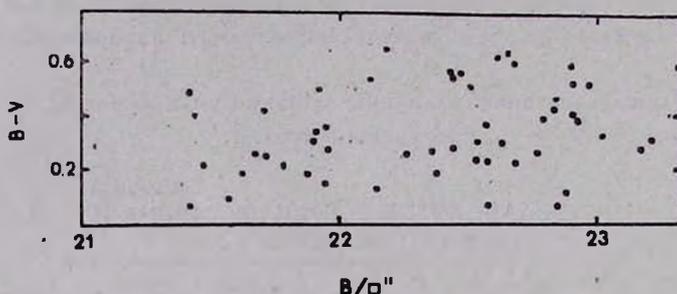


Рис. 3. График зависимости B—V от B для S 157A.

Интегральные звездные величины туманности в U, B, V и показатели цвета U—B, B—V приведены в табл. 4.

Таблица 4
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА И
ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА S 157A

U	B	V	U—B	B—V
11. ^m 1	12. ^m 6	12. ^m 3	—	—
11.5	12.8	12.5	—1. ^m 3	+0. ^m 3

S 158 = NGC 7538 — Является небольшой яркой H II-областью. В ее центре находится сильно покрасневшая звезда типа O7 [2].

На рис. 1с дана картина изоденс туманности в B лучах, из которой хорошо видно, что сильной неоднородности в распределении яркости в туманности не наблюдается. Отметим, что из-за слабости туманности в U лучах, она была измерена только в B и V лучах.

В табл. 5 приведены интегральные яркости и показатель цвета B—V туманности S 158.



Рис. 5. Снимок туманности NGC 7635, полученный в фотографических лучах на 2,6-м телескопе Бюраканской обсерватории. Масштаб — 5"/мм.

К. ст. Э. С. Парсамян, В. М. Петросян

На рис. 4 дан график зависимости $B-V$ от B . Между величинами $B-V$ и B наблюдается слабая положительная корреляция. Такое поведение показателя цвета $B-V$ говорит о наличии пыли в туманности. Кроме

Таблица 5
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА И
ПОКАЗАТЕЛЬ ЦВЕТА S 158

B	V	$B-V$
$12^m.8$	$11^m.0$	—
13.1	11.9	$+1^m.2$

того, следует отметить, что наблюдения туманности на λ 21 см делают вероятным присутствие пыли перед туманностью [2]. Это согласуется с тем, что туманность в V лучах намного больше в размерах и ярче, чем в B лучах.

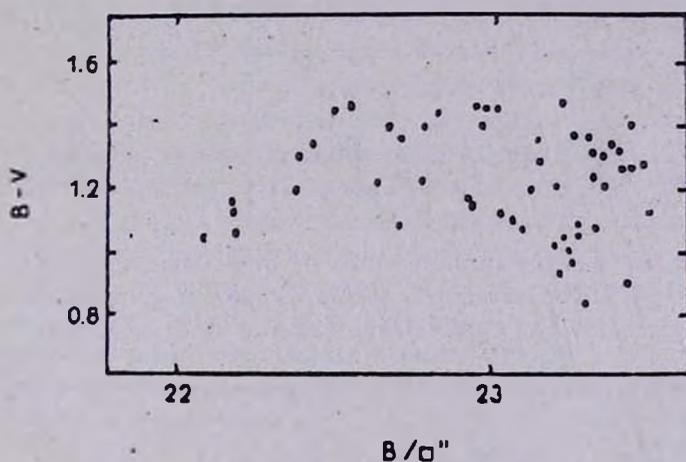


Рис. 4. График зависимости $B-V$ от B для S 158.

NGC 7635. По соседству с диффузной туманностью S 162 находится туманность NGC 7635 (рис. 5), которая напоминает остаток сверхновой, она известна также как "Bubble Nebulae".

Природа NGC 7635 вызывает много споров. Одни считают ее планетарной туманностью, случайно находящейся около S 162 [9], другие считают, что NGC 7635 и S 162 физически связаны с возбуждающей NGC 7635 звездой BD + 60° 2522, спектрального класса O7 [2, 10].

Однако сравнение интенсивностей эмиссионных линий, наблюдаемых в NGC 7635 [11], с таковыми в планетарных туманностях, остатках сверхновых и H II-областях позволяет сделать вывод о том, что NGC 7635 яв-

ляется скорее оболочкой межзвездного газа, возбуждаемой звездой BD + 60° 2522, но не планетарной туманностью или остатком сверхновой.

Наблюдения туманности в радиодиапазоне [2, 6] показали, что ее спектр нетепловой ($\tau \sim 1$), а наблюдения на 10 мкм обнаружили большой избыток, который авторы объясняют тепловой эмиссией холодной пыли.

В туманности NGC 7635 присутствует сгущение, которое имеет кометообразную форму. Оно хорошо видно на картинах изоденс туманности справа от звезды (рис. 1d).

Наша цель была в определении цвета как самой туманности, так и кометообразного сгущения отдельно.

В табл. 6 приведены интегральные яркости U , B , V и показатели цвета $U-B$, $B-V$, определенные для NGC 7635 и кометообразного сгущения.

Таблица 6

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА И
ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА NGC 7635 И
КОМЕТООБРАЗНОГО СГУЩЕНИЯ

Область	U	B	V	$U-B$	$B-V$
NGC 7635	10. ^m 8	12. ^m 0	11. ^m 0	—	—
"	10.8	12.1	11.7	-1. ^m 3	+0. ^m 4
Кометообразное сгущение	12.3	13.6	13.4	-1.3	+0.2

На рис. 6 дан график зависимости $B-V$ от B . Между этими величинами корреляция не наблюдается. Как видно из табл. 6, физические свойства NGC 7635 и кометообразного сгущения заметно не отличаются.

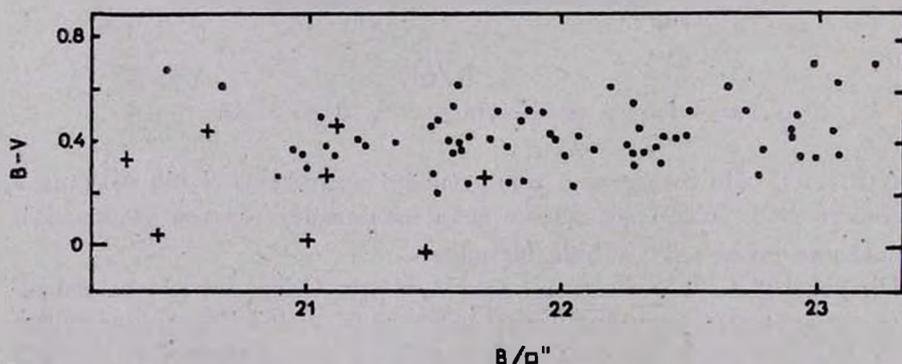


Рис. 6. График зависимости $B-V$ от B для NGC 7635.

4. **Заключение.** Методом детальной фотометрии были измерены S 156, S 157A, S 158, NGC 7635 в лучах U , B , V .

Туманности S 156, S 157A, NGC 7635 очень ярки в лучах U , что объясняется присутствием в них сильного ультрафиолетового дублета $\lambda 3727$ [O II]. Это подтверждается и спектральными наблюдениями NGC 7635 [12], особенно яркой в области кометообразного сгущения.

Таким образом, полученные значения поверхностных яркостей в лучах U практически относятся к монохроматическому изображению туманностей в $\lambda 3727$ [O II].

Результаты измерений туманностей в B и V показали, что значения показателей цвета $B-V$ с расстоянием от звезды не претерпевают заметных изменений, т. е. нет корреляции между $B-V$ и B , за исключением S 158, где наблюдается слабая зависимость. Этот результат, возможно, свидетельствует об отсутствии заметного избирательного поглощения в этих туманностях.

Колориметрические данные показывают, что эти туманности по своим физическим свойствам мало отличаются друг от друга.

Факт нахождения четырех звезд типа O на площади 1.6×1.6 град² (в проекции на небесную сферу) на расстоянии 3.5 кпс от нас наталкивает на мысль о том, что все они являются членами ассоциации, как предполагается и в работе [2]. На таком расстоянии практически невозможно выделить слабые члены ассоциации, поэтому лишь звезды высокой светимости могут говорить о существовании ассоциации.

Можно допустить, следуя идеям Амбарцумяна [13], что в этой ассоциации газовые массы, освещенные звездами типа O, являются остатками звездообразования, имеющими общее происхождение со звездами.

О том, что эта область является активной областью звездообразования, по-видимому, говорит и факт наличия мазера OH/H₂O [2]. Возраст этой ассоциации может оцениваться порядка 10^5 — 10^6 лет.

В заключение авторы выражают благодарность профессору Л. В. Мирзояну за полезные замечания.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE COLORIMETRY OF DIFFUSE NEBULAE S 156, S 157 A, S 158, NGC 7635

E. S. PARSAMIAN, V. M. PETROSSIAN

The results of the colorimetric investigation of diffuse nebulae S 156, S 157 A, S 158, NGC 7635 excited by O type stars are presented. The U , B , V magnitudes and colour indexes $U-B$, $B-V$ are determined. Isodensitometric pictures of nebulae are presented. The

colorimetric data show that they are similar in their physical properties. The existence of four O type stars in the same region and the similarity of characteristics of nebulae connected with them, allows us to confirm that they are members of the same association. Nebulae connected with O type stars, according to Ambartsumian, are remnants of stellar formation.

ЛИТЕРАТУРА

1. *S. Sharpless*, *Ap. J. Suppl. ser.*, 4, 257, 1959.
2. *F. P. Israel, H. J. Habing, T. de Jong*, *Astron. Astrophys.*, 27, 143, 1973.
3. *M. Chopinet, Y. M. Georgelin, M. C. Lortet-Zuckermann*, *Astron. Astrophys.*, 29, 225, 1973.
4. *L. Deharveng*, *Astron. Astrophys.*, 35, 63, 1974.
5. *М. А. Аракелян*, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 21, 3, 1957.
6. *M. Cohen, M. J. Barlow*, *Ap. J.*, 185, 37, 1973.
7. *J. G. Davies, R. J. Ferriday, C. G. T. Haslam, M. Moran, P. Thomasson*, *M. N. RAS.*, 135, 139, 1967.
8. *M. Chopinet, M. C. Lortet-Zuckermann*, *Astron. Astrophys.*, 18, 373, 1972.
9. *H. M. Johnson*, *Ap. J.*, 167, 491, 1971.
10. *W. A. Hiltner*, *Ap. J., Suppl., ser.*, 2, 389, 1956.
11. *F. Sabbadin A. Blanchint*, *Astron. Astrophys.*, 55, 177, 1977.
12. *D. L. Talent, R. J. Dufour*, *Ap. J.*, 233, 888, 1979.
13. *В. А. Амбарцумян*, *Проблемы эволюции вселенной*, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1968, стр. 76.