

Д. А. РОЖКОВСКИЙ и В. С. МАТЯГИН

**ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА ЗВЕЗД В ВОЛОКНАХ
ГАЗОВО-ПЫЛЕВОЙ ТУМАННОСТИ СОЗВЕЗДИЯ ЛЕБЕДЯ**

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 4 XII 1952)

В опубликованных недавно работах (¹, ²) были описаны наблюдавшиеся в некоторых волокнистых туманностях явления распада газовых волокон на отдельные звезды. Летом этого года в обсерватории Астрофизического института Академии наук Казахской ССР нами был собран дополнительный фотографический наблюдательный материал, послуживший основой для дальнейшего более детального изучения этих явлений. Ниже излагаются некоторые результаты фотометрической обработки материала. Объектом изучения была выбрана волокнистая туманность ($\alpha 20^h 43^m \delta + 31^\circ 30'$), расположенная между туманностями NGC 6960 и NGC 6992-5 в созвездии Лебедя. Эта туманность замечательна своими довольно многочисленными и сравнительно легко наблюдаемыми случаями распада волокон на отдельные цепочки звездобразных объектов. Поскольку природа этих объектов заранее не была известна, нами был произведен предварительный обзор структуры туманности на снимках в разных участках спектра. При помощи менискового 500-миллиметрового астрографа были получены снимки в ультрафиолетовых (пластинки blue rapid, увиолевый фильтр Шотта), в общих фотографических, желтых, красных и инфракрасных (пластинки Infra-rot 850, фильтр Agfa № 84) лучах. На первых и последних, несмотря на продолжительные, до 3—4 час., выдержки, изучаемых объектов не было обнаружено, хотя снимки содержали звезды 13—14-й фотографической величины. Волокнистые образования в туманности оказались едва заметными лишь на снимках в ультрафиолетовых лучах. Как и следовало ожидать, излучение объектов в этих участках спектра не представляет какой-либо аномалии.

Главная наша задача состояла в определении звездных величин и показателей цвета объектов в цепочках и сравнении их с соответствующими характеристиками обычных звезд той же фотографической величины.

Использованный нами для этой цели наблюдательный материал состоял из: 1) 5 снимков туманности, полученных без фильтра с выдержкой 40 мин. на обычных несенсибилизированных пластинках Astro; 2) 3 снимков на пластинках Isopan ISS, очувствленных раствором аммиака к длинноволновому участку спектра; область чувствительности этих пластинок с желтым фильтром типа ЖС 17 располагалась в границах $\lambda\lambda$ 502—660 м μ ; продолжительность выдержек 1 час — 1 час 20 мин.; 3) 4 снимков на пластинках Isopan ISS и Spectral rot rapid, очувствленных подобным же образом с границами чувствительности при красном фильтре типа КС 11 $\lambda\lambda$ 610—660 м μ и максимуме

чувствительности около 635 м μ ; продолжительность выдержек 1 час — 1 час 30 мин.

Предельная звездная величина в случае 1) составляла в среднем 17,4. Выдержки, превосходящие 40 мин., не давали выигрыша в числе слабых звезд вследствие сильного вуалирования фоном неба.

Предельные звездные величины для случаев 2) — 3) составляли в среднем 18^m,4, 18^m,3 при весьма умеренной общей вуали на пластинках. Гиперсенсбилизация неэкспонированных пластинок купанием в аммиачной ванне, не расширяя границ оптической сенсбилизации, оказалась особенно эффективной в случае пластинок Isopan ISS, повышая их чувствительность по порогу примерно в 1,7—2,0 раза к желтым и красным лучам. При некоторых условиях гиперсенсбилизации, подобранном опытным путем, пластинки обнаружили хорошую сохраняемость свойств по крайней мере в течение 12 час. Несколько меньшую сохраняемость имеют очувствленные пластинки *got rapid*.

Перечисленный материал послужил основой для определения фотографических, фотовизуальных и фотокрасных звездных величин объектов в цепочках, для чего снимки их привязывались к снимкам областей неба, содержащих соответствующие стандарты звездных величин. В качестве последних были взяты: 1) каптейновская площадка SA 63; 2) NPS; 3) распространение NPS, выполненное Армеанка (³). Стандарты фотокрасных величин были взяты в системе обсерватории Уонера и Суэзи. Снимки туманности и стандартов делались при приблизительно равных зенитных расстояниях. В тех случаях, когда это не соблюдалось, попутно с наблюдениями определялись коэффициенты прозрачности в соответствующих лучах, для чего использовались снимки звезд, полученные по способу окулярного зрачка. Возможная при измерении негативов фотометрическая ошибка поля менискового астрографа исключалась одинаковым расположением стандартной области и изучаемых объектов на пластинках. Парные снимки туманности и стандартных областей очувствлялись и проявлялись проявителем Д-76 одновременно и в одинаковых условиях. Все снимки оказались удовлетворительного и хорошего качества. Фотометрическая обработка снимков производилась объективным методом. Наивыгоднейшие размеры диафрагмы микрофотометра МФ-2, выделяющей фокальное изображение звезды на пластинке, были найдены опытным путем для данного диапазона звездных величин.

Брались отсчеты по логарифмической шкале микрофотометра для звезды с небольшим участком фона и отсчеты для среднего фона в окрестности звезды. Разность этих отсчетов служила мерой «плотности» изображения звезды. Подобные плотности были прокалиброваны графическим путем в звездных величинах при помощи измерения пластинок, содержащих стандартные звезды. Для построения калибровочных графиков использовались от 12 до 35 звезд стандартной области с величинами 15^m,0—17^m,2, 13^m,9—16^m,5, 14^m,0—15^m,5, соответственно, в фотографических, фотовизуальных и фотокрасных снимках. Средняя дисперсия точек относительно графика составляла: $\pm 0^m,10$ для фотографических величин; $\pm 0^m,08$ для фотовизуальных величин; $\pm 0^m,08$ для фотокрасных величин.

Фотометрическая обработка пластинок была связана с рядом трудностей, вытекающих, с одной стороны, из самого характера изучаемых объектов, а с другой, из специфических особенностей менискового телескопа. Большинство объектов располагается в виде весьма тесных цепочек на неоднородном светящемся фоне волокон и общем диффузном фоне туманности. Это вносит в результаты измерения ошибки, учет которых затруднителен. Заметное влияние оказывает различие в качестве изображения звезд стандартной области и изучаемой пластинки, возникающее вследствие сильной чувствительности менискового теле-

скопа к условиям температуры и атмосферного спокойствия. Сама форма фокальных изображений фотометрируемых слабых звезд не отличалась правильностью и устойчивостью от пластинки к пластинке. Некоторая заведомая расфокусировка телескопа, которая сгладила бы этот эффект, в нашем случае не была допустима вследствие возникающей при этом потери проникающей, а главное, разрешающей способности. На отобранных нами парах пластинок характер изображения звезд сохранялся лишь приблизительно одинаковым. Описанным путем нами было профотометрировано более десятка звездных цепочек. Данные для 5 из них, отличающиеся большей надежностью, сведены в табл. 1.

Таблица 1

№№ цепочек и звезд в цепочках	Фотографические величины		Фотовизуальные величины		Фотокрасные величины		Показатели цвета	
	m_{pg}	n	m_{pv}	n	m_{pr}	n	$CI_1 = \frac{m_{pg} - m_{pv}}{m_{pv}}$	$CI_2 = \frac{m_{pg} - m_{pr}}{m_{pr}}$
1	1	5	3	3	3	3	+0,77	+1,81
	2	5	3	3	3	3	+0,70	+1,78
	3	5	3	3	3	3	+0,50	+1,46
	4	5	3	3	3	3	+0,95	+2,42
2	1	5	3	3	3	3	+0,69	+1,87
	2	5	3	3	3	3	+0,78	+1,88
	3	5	3	3	3	3	+0,58	+1,66
3	1	5	3	3	3	3	+1,14	+2,45
	2	5	3	3	3	3	+0,64	+1,61
	3	5	3	3	3	3	+0,87	+1,72
	4	5	3	3	3	3	+0,88	+2,08
	7	4	2	—	—	—	+0,65	—
4	1	4	3	3	3	3	+1,11	+2,09
	2	4	3	3	3	3	+0,88	+2,08
	3	5	3	3	3	3	+0,85	+1,68
	4	5	3	3	3	3	+0,84	+1,79
	5	5	3	3	3	3	+0,73	+1,63
5	1	2	2	2	2	2	+0,58	+2,11
	2	3	3	3	3	3	+0,66	+1,72
	3	4	3	3	3	3	+1,06	+1,80
	4	5	3	3	3	3	+0,55	+1,57
	5	5	3	3	3	3	+0,43	+1,63
—	—	—	15,58,	3	—	ср. ...	+0,77	+1,85

* Экстраполяция.

Примечания: 1. В цепочке № 1, вероятно, 5 объектов; один из них сильно размыт в фотографических лучах. Звезда № 1, вероятно, переменная (?); № 4 очень плохо видна в фотографических лучах.

2. Звезды в цепочке видны отчетливо во всех лучах.

3. Цепочка состоит из 10—11 объектов; 3—4 из них расположены слишком тесно. Звезда № 4 размыта в фотографических лучах. В красных лучах плохо видна № 7.

4. Звезды №№ 1 и 2 сильно размыты; № 4 двойная, измерялся более яркий компонент.

5. Звезды №№ 1, 2 и 5 в фотографических и фотовизуальных лучах сильно размыты.

В этой таблице в графе 1 указаны номера цепочек (в соответствии с нумерацией их, принятой в упомянутых выше работах). Порядок нумерации звезд в цепочках принят всегда одним и тем же: счет звезд идет от наиболее южной звезды в цепочке, что не может привести к путанице, поскольку все цепочки располагаются приблизительно в направлении NS. В графах 2, 3 и 4 даются звездные величины в соответствующей шкале и их средние ошибки. Буквой *n* обозначено число обработанных пластинок, по которым были выведены звездные величины.

Из табл. 1 видно, что ошибка в определении звездных величин в среднем больше в случае фотографических величин. Это объясняется общим явлением ухудшения качества изображений в более коротких длинах волн, особенно в случае слабых звезд. К тому же при фотографировании в общих лучах вуаль от фона неба начинает уже заметно сказываться. Средние показатели цвета звезд, помещенных в таблице, составляют $CI_1 = +0^m,77$, $CI_2 = +1^m,85$, в то время как аналогичные усредненные показатели цвета для звезд NPS с фотографическими величинами между 16,2 и 17,2 составляют, соответственно, $+1^m,03$ и $+1^m,95$.

Сопоставляя эти данные и принимая во внимание, что ошибки при определении показателей цвета суммируются по закону случайных величин, а также учитывая возможное небольшое систематическое различие системы выведенных нами звездных величин от международных, можно считать изучаемые нами объекты обычными звездами.

Принимая расстояние туманности по Вольфу и Цедербладу равным 430 парсек, получаем (без учета межзвездного поглощения) среднюю абсолютную величину совокупности рассматриваемых звезд ($m_{cp} = 16,7$) равной $+8,2$.

Показателю цвета $+0^m,77$ соответствует спектральный класс, промежуточный между классами dGS и dKO. Отсюда следует, что рассматриваемые звезды занимают на диаграмме спектр — светимость положения несколько ниже карликов этих классов, т. е. являются субкарликами.

Поступило
5 XI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Астр. журн., 29, № 4 (1952). ² Вестн. АН СССР, № 6 (1952). ³ Z. f. Ap., 7, 1—2 (1933).