

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 14

ФЕВРАЛЬ, 1977

ВЫПУСК 1

НАБЛЮДЕНИЯ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ NGC 7027 И NGC 7293 НА ОБСЕРВАТОРИИ КОТТАМИЯ

А. С. АСААД, С. М. ХАСАН, Г. С. ХРОМОВ

Поступила 6 ноября 1977

На 188-см телескопе с трехпризменным спектрографом обсерватории Коттамия наблюдались планетарные туманности NGC 7293 и NGC 7027. Сделаны выводы об условиях ионизации газа в мелкомасштабных волокнах в NGC 7293 и о различиях селективного поглощения света по изображению туманности NGC 7027. Высказаны предположения о распределении поглощающей материи в этом объекте, ответственной за различия его вида в оптике, далеком инфракрасном излучении и радиоизлучении.

Большой телескоп обсерватории Коттамия диаметром 188 см является в настоящее время самым южным из крупных инструментов в Евразии и на Ближнем Востоке. На нем с успехом выполняются наблюдения планет и исследования рассеянных звездных скоплений. Представлялось заманчивым исследовать его возможности для наблюдения слабых протяженных объектов, какими, например, являются планетарные туманности.

Наблюдения двух планетарных туманностей — NGC 7293 и 7027 выполнялись в конце сентября—начале октября 1975 г. с применением трехпризменного кассегреновского спектрографа телескопа с дисперсией 160 А/мм у $\lambda = 8\,000$ А и 30 А/мм у $\lambda = 3\,700$ А. Использовались обычные пластинки Кодак 103 аО и II аF. Ниже изложены основные результаты выполненной работы.

Планетарная туманность низкой поверхностной яркости NGC 7293. Эта известная южная планетарная туманность обладает тем интересным свойством, что в ней видны тонкие радиальные волокна, на которые впервые обратил внимание Б. А. Воронцов-Вельяминов [1]. Позднее они стали предметом многочисленных теоретических публикаций. Одной из превалирующих здесь является гипотеза о том, что волокна представляют собою

конденсации, оптически толстые для ионизирующего излучения, сравнительно плотные и низковольтные.

Однако эта гипотеза плохо согласуется с общей совокупностью данных о пространственно-ионизационной структуре планетарных туманностей [2]. Согласно имеющейся эмпирической информации, конденсации в планетарных туманностях скорее всего характеризуются средними для этих объектов плотностями и возбуждением, а свечение низковольтных ионов и атомов возникает преимущественно на периферии туманностей.

Окончательное решение вопроса требует знания спектров конденсаций. Вместе с тем, даже наиболее обстоятельные наблюдательные работы последних лет (см., например, [3]) не дают однозначных сведений о спектрах микроконденсаций в NGC 7293. Получить такой спектр было целью нашей работы.

К сожалению, крайне низкая поверхностная яркость объекта не позволила нам навести щель спектрографа непосредственно на какое-либо из волокон, вдающихся во внутренность кольца NGC 7293. Нам пришлось ограничиться исследованием более крупной конденсации на внутренней границе кольца туманности, удачно расположенной почти строго по радиусу от довольно яркой звезды, случайно проектирующейся на туманность и использовавшейся для гидирования. Понять сказанное помогает схематический рис. 1.

Самая длительная экспозиция спектра конденсации на пластинках IIaF продолжительностью 4,5 часа была получена в ночь с 1 на 2 октября 1975 г. Спектр конденсации оказался недодержанным, хотя в нем видны следы линий $H_{\alpha} + [N II]$, $\lambda 6300 [O I]$, $\lambda \lambda 5007, 4959 [O III]$, H_{β} , $\lambda 4686 (He II)$ и, возможно, $\lambda \lambda 4611, 4625 [A V]$ и $\lambda 5755 [N II]$, явно принадлежащих конденсации.

Калибровка спектров производилась с помощью трубочного фотометра обсерватории Коттамия и опорной звезды θ Ceti [4].

Из-за значительных шумов пластинки удалось достаточно надежно определить лишь отношение интенсивностей линий $H_{\alpha} + [N II]/5007 [O III] = 0.4$. По нашим данным [5] в спектре средней планетарной туманности это отношение равно 0.5; согласно [3] в кольце NGC 7293 оно равно 0.45.

Таким образом, можно заключить, что степень возбуждения вещества в произвольном ярком волокне в NGC 7293 соответствует среднему возбуждению туманности в целом и близка к тому, что мы имеем в любом типичном объекте такого рода. По-видимому, это заставляет отказаться от гипотезы о том, что волокна — плотные и низковольтные радиальные столбы газа, хотя возможно, что точечные яркие сгущения в головах волокон действительно имеют меньшую ионизацию. В равной степени можно от-

вергнуть идею о том, что волокна представляют собою «области тени», также характеризующиеся меньшим возбуждением [5].

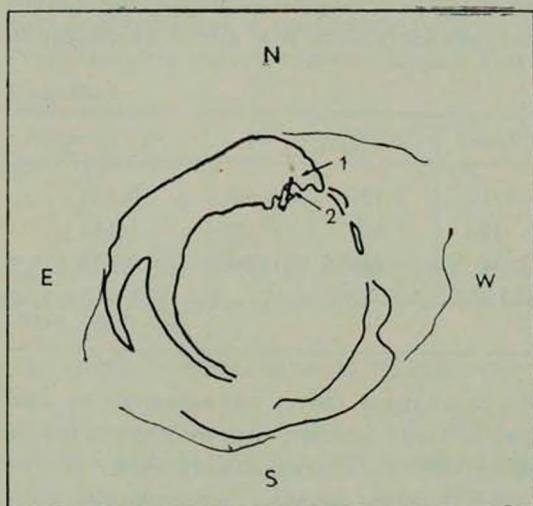


Рис. 1. Схематическое изображение планетарной туманности NGC 7293. 1 — Звезда поля, использованная для гидрирования. 2 — Положение щели спектрографа.

Яркая планетарная туманность NGC 7027. Спектры этого объекта были получены в ночь с 3 на 4 октября 1975 г. на пластинках Кодак 103 аО. При той же дисперсии спектрографа следы спектра яркой конденсации в NGC 7027 получались за несколько секунд. Хорошо проэкспонированный спектр диффузной части объекта требовал около 30—40 минут времени.

Щель спектрографа шириной 0.5 мм рассекала туманность в направлении E—W через яркую конденсацию. Спектры конденсации и более слабой диффузной части туманность получились раздельно; всего отснято и обработано 8 спектрограмм.

Целью наблюдений было определение различий в величине межзвездного селективного поглощения света между яркой конденсацией и диффузной частью туманности. Действительно, бальмеровский декремент, прослеживаемый по линиям H_{α} , H_{γ} , H_{δ} и H_{ϵ} , оказался заметно более крутым в спектре диффузной части объекта, что свидетельствует о различиях в поглощении света вдоль соответствующих лучей зрения.

Для последующих расчетов использовалась спектральная кривая межзвездного поглощения по Уитфорду (1958). Результаты обработки спектрограмм и расчета дифференциального селективного поглощения приведены в табл. 1, в первом столбце которой указывается бальмеровская линия;

во втором — отношение интенсивностей бальмеровских линий в конденсации — $I_{iк}$ и в диффузной части NGC 7027 — $I_{iд}$; в третьем — спектральная функция межзвездного поглощения $f(i)$ в формуле $\lg I_i = \lg I_0 + c f(i)$, согласно [6], и в четвертом — дифференциальное поглощение в диффузной части туманности — c_d и в яркой конденсации — c_k .

Таблица 1

Линия	$I_{iк}/I_{iд}$	$f(i)$	$\Delta c = c_d - c_k$
H ₇	1.121	-0.139	0.338
H ₆	1.667	-0.194	1.142
H ₅	1.665	-0.248	0.884
			$\overline{\Delta c} = 0.79 - 0.34$

Очевидно, что ослабление света, приходящего от яркой конденсации, в среднем примерно в 6 раз меньше, чем от диффузной части. Рассматривая картины изофот NGC 7027 в радиоизлучении, полученные методом апертурного синтеза [7], или в далеком инфракрасном излучении [8], можно видеть, что в этих областях спектра, где эффективность межзвездного поглощения несравненно меньше, чем в оптике, распределение яркости по изображению NGC 7027 вполне идентично тому, что мы обычно наблюдаем в планетарных туманностях. Сравнивая эти картины с оптическим изображением объекта, можно заключить, что поглощающая свет холодная пылевая материя расположена в виде неоднородного кольца на периферии основной тороидальной структуры туманности [9]. Экватор пылевого кольца наклонен к лучу зрения земного наблюдателя под углом около 30°, т. е. примерно так же, как основная структура туманности. Существенно, что подобная картина распределения поглощающей материи не противоречит недавнему результату Д. Остерброка [10]. Наши данные, в принципе, позволяют оценить массу кольца по его оптической толще при каких-то предположениях о физической природе поглощающих свет частиц.

Это пылевое кольцо должно быть генетически связано с самой туманностью, и вызываемое им поглощение света должно иметь сугубо локальный характер. В пользу последнего вывода говорит то, что вокруг туманности наблюдается слабое водородное гало примерно круговой формы [11]. Этого не могло бы быть, если бы поглощающая материя образовывала отдельное неоднородное облако между NGC 7027 и наблюдателем.

При всем том, пыль, ответственная за интенсивное инфракрасное излучение NGC 7027 в области 10 мкм, по-видимому, перемешана с горячим газом внутри плотных областей объекта, хорошо прослеживающихся в радио-

излучении, и не создает значительного поглощения в оптике. Возможно, что внешнее кольцо холодной пыли проявится в более длинноволновой части инфракрасного диапазона.

В заключение один из авторов (Г. С. Х.) благодарит администрацию Хедуанского института астрономии и геофизики АРЕ за предоставленную ему возможность использовать телескоп обсерватории Коттамия.

Хедуанский институт астрономии
и геофизики АРЕ
Астрономический совет АН СССР

OBSERVATIONS OF THE PLANETARY NEBULAE NGC 7027 AND NGC 7293 AT THE KOTTAMIA OBSERVATORY

A. S. ASSAD, S. M. HASSAN, G. S. KHROMOV

The spectra of the planetary nebulae NGC 7027 and NGC 7293 were obtained with the aid of the 3-prism Cassegrainian spectrograph of the 188-cm telescope of the Kottamia Observatory. The excitation in a bright condensation in NGC 7293 and the variations of the selective absorption over the image of NGC 7027 were estimated. Some conclusions on the distribution of the obscuring matter in this object responsible for the differences of its shape in the radio, infrared and optical emission are made.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. A. Vorontsov-Velyaminov, *Planetary Nebulae*, Dordrecht-Holland, 1968, p. 256.
2. Г. С. Хромов, *Астрон. ж.*, 53, 961, 1976.
3. J. W. Warner, V. C. Rubin, *Ap. J.*, 198, 593, 1975.
4. И. Н. Глушцева и др., *Сообщ. ГАИШ*, № 197—198, 3, 1975.
5. Г. С. Хромов, *Астрон. ж.*, 53, 762, 1976.
6. M. J. Seaton, *Rep. Progr. Phys.*, 23, 313, 1960.
7. Y. Terzian, B. Balick, G. Bignell, *Ap. J.*, 188, 257, 1974.
8. D. Blerkom, T. Arny, van, *M. N.*, 156, 91, 1972.
9. E. E. Becklin, G. Neugebauer, C. G. Wynn-Williams, *Astrophys. Lett.*, 15, 87, 1973.
10. D. Osterbrock, *P. A. S. P.*, 86, 60, 1974.
11. C. I. Coleman, N. K. Reay, S. P. Worswick, *M. N.*, 171, 415, 1975.