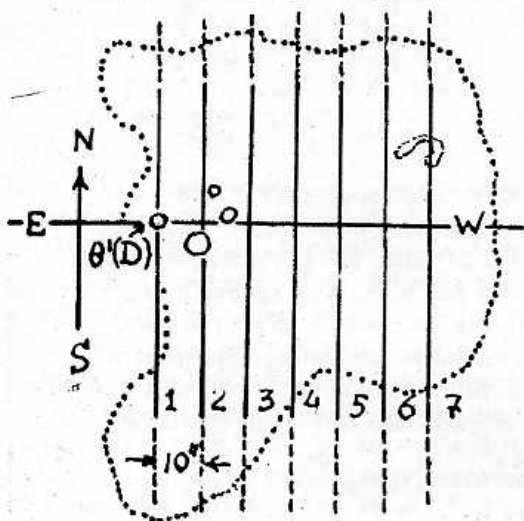


Спектрофотометрические исследования галактических туманностей. XX. Электронная плотность $Ne(II)$ и $Ne(III)$ в центральной части туманности Ориона (NGC 1976)

Spectrophotometric Studies of Galactic Nebulae. XX. Electron Density $Ne(II)$ and $Ne(III)$ in Central Part of the Orion Nebula (NGC 1976)

В 1970 г. были предложены методы определения электронной плотности туманностей по отношению интенсивностей линий дублетов $[SII]$ и $[CIII]$ (см. в частности, *Saraph, Seaton, MNRAS 148, 367, 1970*). Линии $[CIII] \lambda 5538$ и $\lambda 5518$ А могут наблюдаться в туманностях, связанных со звездами более ранними, чем O7, однако они очень слабы (в 300–400 раз слабее H_{α}). Известно, что потенциалы ионизации атома Ne, ионов $[SII]$ и $[CIII]$ довольно близки: 24,6; 23,4 и 23,8 eV. Следовательно, значения $Ne(CIII)$ будут характеризовать те области туманностей, где сера находится в состоянии $[SIII]$, так что совместное определение $Ne(II)$ и $(NeCIII)$ позволит составить более полное представление о структуре туманностей.



На спектрографе с ЭОПом было получено 28 спектрограмм центральной части туманности Ориона в желто-зеленой и красной областях спектра, дисперсия 36 А/мм. Щель спектрографа, ориентированная в направлении север-юг, вырезала полосу неба $\sim 240'' \times 5''$. Исследовано 7 сечений туманности, центр первого сечения проходит через звезду $\theta'(D)$ Ori, остальные рас-

положены к западу через $10''$ друг от друга (см. рисунок, где показаны только центральные области сечений). При фотометрии выделялись участки туманности $\sim 20'' \times 5'$, но здесь мы приводим только средние данные для каждого отдельного сечения. В таблице даются отношения интенсивностей линий дублетов [C III] и [S II]; электронные плотности N_e (C III) и N_e (S II) получены для $T_e = 10000$ K, использованы результаты работ *Saraph, Seaton, 1970* (согласно их рекомендации значения N_e (C III) уменьшены в 1,5 раза) и *Носова* (АЦ №1050, 1979). Сопоставляя результаты таблицы, можно видеть, что значения N_e (S II) и N_e (C III) примерно равны. Отсюда следует очень важный вывод, означающий, что в туманностях со звездами O7 и более ранними (как, например, в туманности "Омега") значения N_e (S II) довольно правильно характеризуют электронные плотности высоковозбужденных диффузных туманностей, для подавляющего большинства которых вся оптическая информация о плотностях основана на измерениях интенсивностей линий красного дублета [S II].

№ сеч.	$\lambda 5538$	N_e (C III) см^{-3}	$\lambda 6717$	N_e (S II) см^{-3}
	$\lambda 5518$		$\lambda 6731$	
1	1.14	2510	0.82	1430
2	1.11	2290	0.72	2130
3	1.16	2630	0.74	1960
4	1.12	2400	0.64	3070
5	1.06	2090	0.71	2230
6	1.07	2140	0.83	1380
7	1.05	2000	0.72	2130
среднее	1.10	2180	0.74	1960

Средняя электронная плотность наиболее ярких областей NGC 1976 равна $\sim 3600 \text{ см}^{-3}$, что близко к величине $\sim 3000 \text{ см}^{-3}$ полученной *Elliott, Meaburn* (As Ap 27, 367, 1973) по отношению интенсивностей линий [O II] $\lambda 3729$ и $\lambda 3726$ А. Электронные плотности центральной части туманности для $\sim 20''$ областей имеют сильные флуктуации. Так, наибольшее значение N_e (S II) = 14800 см^{-3} (отношение равно 0,44) наблюдается в сечении 4. В этом же сечении и в третьем значения N_e (C III) = $4400-5250 \text{ см}^{-3}$,

что соответствует отношениям $\lambda 5538/\lambda 5518 = 1.40-1.54$. Наименьшее значение $N_e(S II)$ для центральной части туманности равно $\sim 600 \text{ см}^{-3}$, для периферийных областей средняя величина $N_e(S II) \sim 200 \text{ см}^{-3}$.

Астрофизический ин-т
АН КазССР
Радиоастрономическая ст.
ФИАН, Пушино
октябрь, 1983

Ю.И. Глушков
Yu. I. Glushkov
Э.К. Денисюк
Eh. K. Denisjuk
З.В. Карягина
Z. V. Karyagina
В.Р. Шутенков
V. R. Shutenkov

Спектрофотометрические исследования галактических туманностей:

XXI. Туманность Sh 2-288 и ионизирующая ее звезда

Spectrophotometric Studies of Galactic Nebulae. I

XXI. The Nebula Sh 2-288 and its Ionizing Star

Sh 2-288 — небольшая, очень яркая (в H_α) туманность, связана с облаком CO, кинематическое расстояние 5.5 кпс (Felli, Harten, AsAp 100, 28, 142, 1981). С учетом слабосветящихся областей ее размер $\sim 1.9 \times 1.9$. В западной части туманности виден прямоугольный темный залив, удивительно напоминающий уменьшенную копию залива в M17. На восточном его краю расположена возбуждающая звезда $m_v = 12.3$, которую Moffat et al. (As Ap Suppl 38, 197, 1979) классифицировали как B1.

На спектрографе с ЭОПом нами получен ряд спектрограмм этой туманности в области H_α и H_β с дисперсиями 38 и 70 А/мм. На рисунке приводится схема туманности, звездного поля и черточками отмечены исследуемые области, для которых в таблице приведены физические параметры.

Электронные плотности — $N_e(S II)$ получены с использованием уточненных атомных параметров иона [S II] при $T_e = 10^4 \text{ K}^\circ$ (Носов, АЦ №1050, 1979). По нашим оценкам средняя величина мерь эмиссии для туманности $EM(H_\alpha) \sim 6 \cdot 10^3 \text{ пс см}^{-6}$, максимум $\sim 2 \cdot 10^4$. Сопоставляя первую величину с мерой эмиссии в радиодиапазоне $EM_r \sim 37 \cdot 10^4 \text{ пс см}^{-6}$ (Felli, Harten, 1981), получим поглощение до туманности $A(H_\alpha) \sim 4.5$. Приняв среднее значе-

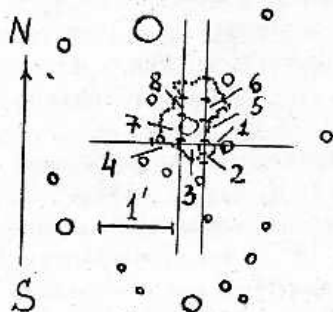
№	$\lambda 6717$	Ne(S II)	H_{α}
обл	$\lambda 6731$	см^{-3}	$\lambda 6584$
1	1.14	410	5.2
2	1.03	650	—
3	0.95	880	4.0
4	1.40	50	5.4
5	1.13	430	4.0
6	1.05	600	4.4
7	1.40	50	—
8	1.09	510	—
среднее 1.15		390	—

ние $\text{Ne(S II)} = 390 \text{ см}^{-3}$ и воспользовавшись формулой $\text{Ne}^2(\text{S II}) \cdot \ell = \text{EM} \rho$, получим протяженность излучающего столба туманности $\ell \approx 2,5$ пс. Следовательно, туманность очень ярка в H_{α} не за счет высокой электронной плотности, которая, как видно в таблице, не превышает 10^3 см^{-3} , а за счет большой величины ℓ , и, очевидно, туманность

расположена по крайней мере на расстоянии 5 кпс, а не 3 кпс, как это приняли *Felli, Harten*, основываясь на фотометрической оценке *Moffat et al.*

В спектре туманности видны линии He I, [Ar III], [O III], которые никогда не наблюдаются в туманностях со звездами В1. В центральных областях отношение $\lambda 6717 / \lambda 6678$ He I $\geq 3,0$; в области $\sim 10''$ около звезды $\lambda 5007$ [O III] / $H_{\beta} \approx 2,5$ (как в туманностях со звездами O7–O6), уже в $20''$ от звезды это отношение $\sim 1,0$, а на периферии $\sim 0,3–0,5$.

С целью спектральной классификации в 1982 г. на новом 1м телескопе института со спектрографом UAGS было получено 2 спектрограммы возбуждающей звезды (дисперсия 136 А/мм, пластинки 103а 0). Обе спектрограммы слегка недодержаны, но хорошо видна линия поглощения He II $\lambda 4200$ А, которая становится заметной у звезд не более поздних, чем O8, и в то же время весьма интенсивны линии He I $\lambda 4144$ и $\lambda 4337$, хорошо заметные у звезд более поздних, чем B0. Вполне возможно, что возбуждающая звезда — спектрально-двойная. Другой интересной особенностью спектрограмм является следующее. На расширенную полосу спектра звезды проектировалась $\sim 15''$ область туманности, эмиссионные линии которой четко видны. Эмис-



сионные H_{β} , H_{γ} и H_{δ} имеют фиолетовое абсорбционное крыло: т.е. профили $P\ C_{\text{уг}}$. Но это не эффект $P\ C_{\text{уг}}$, т.к. у линий поглощения $He\ I$, $He\ II$ нет и намек на эмиссию. Это и не инструментальный эффект, т.к. очень яркая линия туманности [OII] $\lambda 3726-3729$ не имеет абсорбционной компоненты. О значительном поглощении в туманности свидетельствует факт, что уже в линии H_{ϵ} и далее нет эмиссии. Если принять, что фиолетовая абсорбция — часть профиля линии поглощения звезды, а эмиссия принадлежит туманности, то лучевые скорости туманности и звезды отличаются по крайней мере на 300 км/с, т.е. звезда, возможно, принадлежит к классу быстролетящих. Для подтверждения этого факта, а также для более точной спектральной классификации требуются наблюдения с большей дисперсией. Резюмируя изложенное, отметим, что возбуждающая звезда туманности должна быть не более поздней, чем O7; туманность находится на стадии развития более ранней, чем M20, но более поздней, чем IC 1470.

Астрофизический институт
АН КазССР
октябрь, 1983

Ю.И. Глушков Yu.I. Glushkov
Э.К. Денисюк Eh.K. Denisjuk
З.В. Карягина Z.V. Karyagina
И.В. Носов I.V. Nosov

Наблюдения покрытий звезд Луной на 6-м телескопе Observations of Lunar Occultations of Stars with the 6-m Telescope

В последние годы наблюдения покрытий Луной в оптическом диапазоне широко используются для поиска тесных двойных, измерения угловых диаметров звезд и исследования распределения яркости по их дискам. Для оценки углового разрешения и предельной звездной величины, достигаемых при использовании крупных телескопов, нами были проведены наблюдения покрытий на БТА САО АН СССР.

Наблюдения проводились со штатным электрофотометром первичного фокуса в фильтрах В и R, с угловым диаметром диафрагмы 4.3. Регистрация информации осуществлялась с помощью аппаратного программного комплекса МАНИЯ (В.Ф. Шварцман, Сообщ. САО 19, 5, 1977; А.А. Пимонов, Сообщ. САО 25, 31, 1979; В.Л. Плахотниченко, Сообщ. САО 38, 20, 1983). В 1981–82 гг. были успешно зарегистрированы покрытия десяти звезд, сведения о которых даются в таблице I. Там же приведены визуальные оценки качества изображения θ , значения постоянной времени τ и наблюдавшееся отношение сигнал/

Таблица 1.

Звезда BD или SAO	Дата наб- людений	m_{pv}	S_p	θ	фильтр	r , мс	S/N	d	Приме- чание
+17° 1996	6.06.81	10 ^m 6	K2	2.5	R	2	4.3	<0.0059	
*	6.06.81	11.1	A0	2.5	R	2	1.9	<0.0101	1
128679	23.12.82	8.5	K0	1.3	R	1	16.7	<0.0040	
128720	23.12.82	9.4	K2	1.3	R	1	12.3		2
109686	24.12.82	9.1	G9	1.5	B	1	11.1	<0.0038	
109708	24.12.82	9.1	G0	1.0	B	1	6.7	<0.0043	
110253	25.12.82	8.5	F2	2.0	B	1	10.0	<0.0032	
110260	25.12.82	8.8	G0	2.5	B	2	4.4	<0.0069	
110267	25.12.82	8.8	K	2.5	B	2	4.4	<0.0048	
110268	25.12.82	7.8	K5	3.0	R	1	10.0		3

Примечания: 1 — Координаты этой звезды эпохи 1950.0

$\alpha = 9^h 01^m 28^s 0$; $\delta = +17^\circ 19' 16''$; 2 — возможная тесная двойная с угловым расстоянием между компонентами $\Delta = 0''.0045 \pm 0''.0010$ для позиционного угла $P = 65^\circ 9$ и разностью звездных величин компонентов $\Delta R = 2^m 0 \pm 0^m 4$; 3 — тесная двойная с $\Delta = 0''.0093 \pm 0''.0013$ для $P = 34^\circ 0$ и $\Delta R = 1^m 26 \pm 0^m 05$.

шум $\sim S/N$. Обработка кривых покрытий проводилась с использованием алгоритма, основанного на методе регуляризации (М. Б. Бозданов, АЖ 57, 762, 1980), позволяющего восстанавливать одномерное стрип-распределение яркости по покрываемому источнику. Оценки достигаемого углового разрешения были получены с помощью численных экспериментов со случайным шумом, и найденные верхние пределы угловых диаметров звезд d также даны в таблице 1.

В качестве примера на рис.1 приведена кривая покрытия SAO 110268, которая, как выяснилось при обработке наблюдений, является тесной двойной. На рис.2 приведено восстановленное стрип-распределение яркости для этой звезды, и горизонтальным отрезком показана оценка углового разрешения. Кривая покрытия, вычисленная для найденного распределения яркости показана сплошной линией на рис.1.

Таким образом, наблюдения покрытий на БТА позволяют достичь высокого углового разрешения даже для сравнительно слабых объектов. Дополнительный выигрыш может быть получен при уменьшении диаметра фотометра и оптимальном выборе спектрального диапазона.

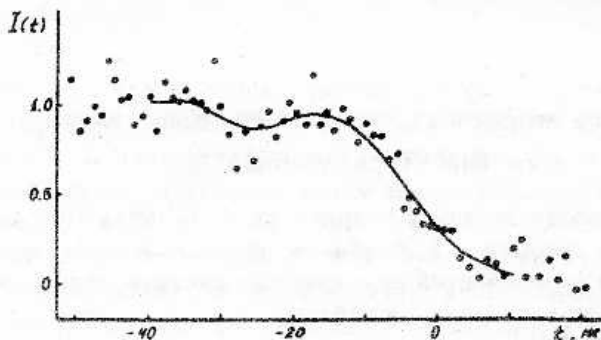


Рис.1.

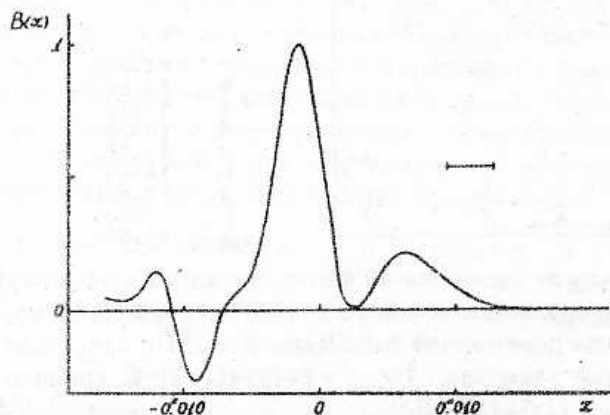


Рис.2.

Рис.1. Кривая изменения интенсивности при покрытии
SAO 110268.

Рис.2. Восстановленное стрип-распределение яркости для
SAO 110268.

Саратовский госуниверситет
им. Н.Г.Чернышевского

Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР

ноябрь, 1983

М.Б.Богданов

M.B. Bogdanov

Б.М.Бескин

G.M. Beskin

С.И.Неизвестный

S.I. Neizvestnyi

А.А.Пимонов

A.A. Pimonov

В.Л.Плахотниченко

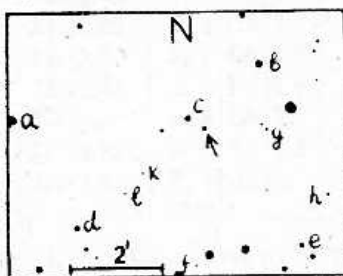
V.L. Plakhotnichenko

В.Ф.Шварцман

V.F. Shvartsman

Новая переменная звезда типа Миры Кита New Mira Type Variable Star

Переменность звезды с координатами $\alpha = 16^{\text{h}}18^{\text{m}}1$; $\delta = +3^{\circ}36'$ (1950.0) была открыта *А.К. Дамбисом* на блинк-микроскопе ГАИШ. Карта окрестностей приведена на рисунке, а звездные величины звезд сравнения – в таблице.



Таблица

•	В
a	13. ^m 27
b	13.88
c	14.47
d	14.78
e	16.09
f	16.49
g	16.85
h	17.50
k	17.63

Блеск объекта оценен на 40 фотопластинках из фототеки ГАИШ, полученных в интервале JD 2443988–45468. Найдено, что звезда является переменной типа Миры Кита. По пяти максимумам определены элементы: $JD_{\text{max}} = 2445043 + 147 \cdot E$, пределы изменения блеска 13.7–(17.6 В).

На картах Паломарского атласа звезда красная.

МГУ–ГАИШ

Т.М. Серегина

| Т.М. SerEGINA

С.Ю. Шугаров

S.Yu. Shugarov

ГАИШ

октябрь, 1983

Редакционная коллегия:

А.М. Черешняк (главн. ред.), *М.М. Кацова*, *Э.В. Кононович*,
В.Н. Куряльчик (зам. главн. ред.), *Г.Н. Медведева* (секр.
ред.), *Н.Н. Самуэль*, *П.Н. Холопов*.

Подписано к печати 11 марта 1984 г.

Т– 07308

Тираж 700 экз.

Заказ № 1007

Вычислит. центр Рязоблстатуправления, 390013, г. Рязань,
ул. Типанова, 4