

УДК: 524.337.2-355

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ЛЕБЕДЯ 1975г. (V 1500) В АБАСТУМАНИ. I. ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ СПЕКТРОВ

Р.И.КИЛАДЗЕ, М.П.ГИКОШВИЛИ

Поступила 19 мая 2000

Принята к печати 3 октября 2000

В ночь с 30 на 31 августа 1975г. одним из авторов в созвездии Лебедя была обнаружена Новая. Спектральные наблюдения Новой велись при помощи 70-см менискового телескопа, с использованием 72-см 8° предобъективной призмы и дифракционного спектрографа, помещенного в кассегреновском фокусе. Лучевая скорость расширения оболочки Новой оказалась около 2000 км/с, ее масса - порядка $10^{-5} M_\odot$ и имела тенденцию роста со временем; энергия излучения нами оценена в $5 \cdot 10^{46}$ эрг, кинетическая энергия оболочки - 10^{46} эрг, а электронная температура в оболочке - 5000 К.

1. *Введение.* В ночь с 30 на 31 августа 1975г. одним из авторов была обнаружена Новая, вспыхнувшая в созвездии Лебедя. Первые результаты наблюдений этого объекта опубликованы в [1]. Окончательная обработка наблюдательного материала, однако, была надолго задержана из-за незнания точной шкалы длин волн для спектров, полученных на 70-см менисковом телескопе с предобъективной призмой.

Ниже приведены результаты обработки спектрального материала, полученного нами в Абастуманской АО АН Грузии.

2. *Наблюдательный материал.* Спектральные наблюдения Новой велись при помощи 70-см менискового телескопа. В течение первых двух ночей (30-31 августа и 31 августа - 1 сентября) использовалась 72-см 8° предобъективная призма (дисперсия $165 \text{ \AA}/\text{мм}$ около H_γ), а в последующие ночи - дифракционный спектрограф (дисперсия $82 \text{ \AA}/\text{мм}$), помещенный в Кассегреновском фокусе. Этот последний позволяет фотографировать участок спектра длиной около $2000 \text{ \AA}$; таким образом, всю оптическую область спектра можно было фотографировать лишь в виде двух частей, которые мы будем называть "красной" или "синей", соответственно. Они перекрывались в области H_β .

Спектрограммы калибровались при помощи ступенчатого ослабителя, а также (по возможности) спектра железной дуги. Конструкция спектрографа позволяла производить по три экспозиции на одном негативе.

3. *Исследование спектра Новой при помощи предобъективной призмы.* Случайно получилось так, что в течение первых двух ночей (30

и 31 августа), когда исследование проводилось при помощи предобъективной призмы, спектр Новой характеризовался эмиссионными линиями, ограниченными линиями поглощения с фиолетовой стороны (спектр типа Р Лебеда).

Всего на этих спектрограммах удалось зафиксировать 35 линий поглощения; среди них 12 обладают эмиссионной компонентой.

Так как на негативах, полученных при помощи предобъективной призмы, нет спектров сравнения, то длины волн определялись при помощи дисперсионной кривой, полученной путем измерения снимков звезд, малых планет и точечных планетарных туманностей, сфотографированных специально для этой цели. При этом принималось, что эмиссионные компоненты бальмеровской серии имеют нормальные (несмещенные из-за лучевой скорости) положения.

Кривая дисперсии для предобъективной призмы аппроксимирована выражением:

$$\lambda = \frac{33821}{x + 7.365} + 1971 - 2.309x + 0.5978x^2 - 0.0356x^3, \quad (1)$$

где x - координата, выраженная в миллиметрах, отсчитывается от линии H_γ .

Для каждой ночи было определено среднее значение лучевых скоростей темных компонент относительно эмиссионных. При определении нормальных длин волн для линий, не имеющих эмиссионные компоненты, считалось, что вследствие лучевой скорости они смещены в фиолетовую сторону на эту же величину. По этим измерениям средняя лучевая скорость абсорбционной компоненты за сутки возросла от 1790 км/с до величины 2240 км/с.

Спектрограммы были обработаны при помощи МФ-4 (с записью на бумажной ленте). Были измерены остаточные интенсивности линий и их эквивалентные ширины.

В течение этих двух ночей была также измерена величина бальмеровского скачка:

$$D = \log \frac{I_{3646-}}{I_{3646+}} \quad (2)$$

Результаты этих измерений приведены в табл.1, в которой даны: дата, середина экспозиции по всемирному времени, номер негатива и величина бальмеровского скачка.

Наконец, в ночь с 31 августа на 1 сентября для нескольких длин волн было измерено (с учетом атмосферной экстинкции) отношение интенсивности излучения в спектре Новой к интенсивности в спектре

Таблица 1

Дата	30августа			31августа					
UT _{ср}	17 ^h 44 ^m	20 ^h 02 ^m	21 ^h 06 ^m	01 ^h 31 ^m	17 ^h 34 ^m	18 ^h 04 ^m	18 ^h 50 ^m	19 ^h 24 ^m	20 ^h 04 ^m
N _{нег}	12299	12306	12309	12310	12312	12313	12314	12315	12316
D	-0.04	-0.06	-0.07	-0.10	-0.19	-0.14	-0.24	-0.18	-0.19

звезды γ Суг: I/I_0 . В табл.2 и на рис.1 приведена зависимость логарифма этой величины от обратной длины волны.

Обращает на себя внимание идентичность распределения энергии в

Таблица2

Дата	31августа			
UT ср	18 ^h 04 ^m	18 ^h 50 ^m	19 ^h 24 ^m	20 ^h 04 ^m
$N_{\text{рег}}$	12 313	12 314	12 315	12 316
$1/\lambda$				
1.530	-	0.21	0.23	-
1.611	-	.14	.13	-
1.701	-	.15	.04	-
1.782	-	.10	.07	-
1.881	-	.15	.11	-
1.937	-	.13	.08	-
2.036	0.04	.07	.17	-0.15
2.064	.14	.04	.12	- .10
2.169	.09	.11	.10	- .04
2.237	.12	.11	.08	- .09
2.310	.10	.15	.08	- .08
2.337	.11	.14	.08	- .07
2.409	.10	.14	.10	- .05
2.446	.08	.12	.10	- .06
2.526	.13	.17	.12	- .04
2.558	.16	.15	.12	- .03
2.585	.20	.16	.12	- .02
2.624	.27	.24	.19	.14
2.645	.42	.33	.26	.23
2.677	.50	.40	.36	.31
2.709	.56	.53	.36	.41

видимом участке спектра Новой и γ Суг на негативах №12313 + 12315 в области $\lambda\lambda$ 4000 ÷ 6000 Å. Относительный спектрофотометрический градиент в среднем равен -0.01, при небольшом избытке излучения в красной и сильном избытке в ультрафиолетовой областях. Спектр Новой при этом прослеживается до 3500 Å, однако для волн короче 3690 Å определение спектрофотометрического градиента оказалось невозможным из-за слабости спектра звезды сравнения в этой области.

На негативе №12316 блеск Новой резко (на 0.4 зв. вел.) ослаблен; вместе с тем, спектрофотометрический градиент достигает величины -0.36, что, с учетом значений спектрофотометрического градиента для γ Суг, приведенных в [2], соответствует увеличению температуры на величину порядка 1000° и соответственному уменьшению эффективного радиуса звезды.

Очевидно, в течение 20 минут, потраченных на фотографирование звезды сравнения и перезарядку кассеты, прозрачность оболочки Новой успела существенно увеличиться.

При внимательном рассмотрении данных табл.2 можно заметить, что ослабление блеска в ультрафиолетовой области заметно уже на

негативе №12314, а затем оно распространяется и на видимую область.

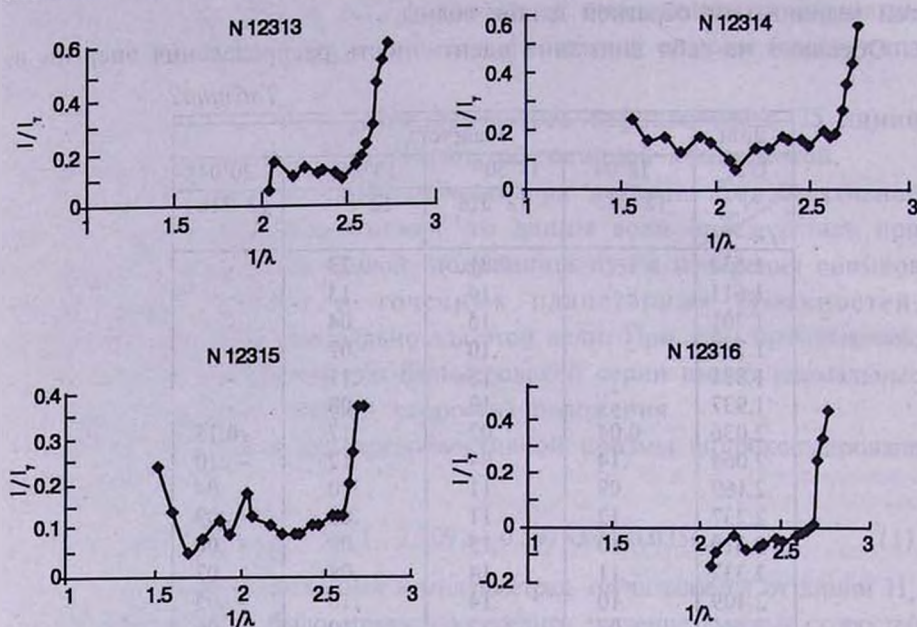


Рис.1. Относительный спектрофотометрический градиент Новой.

4. Исследование спектра Новой при помощи дифракционного спектрографа. Как было упомянуто выше, начиная с 1 сентября, наблюдения Новой велись при помощи дифракционного спектрографа с дисперсией $82 \text{ \AA}/\text{мм}$.

Начало этих наблюдений совпало с радикальными изменениями в спектре звезды. В частности, у линий практически исчезли абсорбционные компоненты, стало обнаруживаться сложное строение эмиссионных линий водорода и пр.

Изменения в спектре продолжали происходить в течение всего месяца: появлялись одни линии и исчезали другие; менялись длины волн некоторых линий, что, очевидно, связано с изменениями относительных интенсивностей в блендах.

5. Определение электронной концентрации в оболочке и ее массы. Определив поток излучения в линии H_α , способом, описанным в [3],

$$N_{H\alpha} = V \cdot N_e \cdot N \cdot \alpha(T), \quad (3)$$

можно оценить величину электронной концентрации в оболочке Новой, а также ее массу.

Масса Новой оценивается по формуле (7.68) В.А.Амбарцумяна [4]:

$$M = C \sqrt{LV}. \quad (4)$$

Результаты оценок таких измерений приведены в табл.3, в которой

даны: номер негатива, дата, визуальная величина Новой, эквивалентная ширина H_a , объем оболочки V (в единицах 10^{42} см^3), концентрация электронов n_e (в единицах 10^9 см^{-3}) и масса оболочки (в 10^{27} г).

При составлении табл.3. за скорость расширения оболочки принималась величина 2100 км/с (среднее значение лучевой скорости, измеренной при помощи предобъективной призмы), а абсолютная звездная величина в максимуме была оценена по эмпирической формуле (24.1) из [5]:

$$M = -10.5 + 2.2 \log t_3. \quad (5)$$

Как видно из табл.3, масса оболочки была порядка 10^{-5} масс Солнца и имела тенденцию роста со временем. Энергия излучения нами оценена в $5 \cdot 10^{44}$ эрг, а кинетическая энергия оболочки - 10^{45} эрг.

Таблица 3

N_{neg}	Дата	m_e	W_e	$V(10^{42} \text{ см}^3)$	$n_e(10^9 \text{ см}^{-3})$	$M(10^{27} \text{ г})$
12314	авг. 31.77	2.2	88	0.6	7.6	8
318	сент. 1.94	3.5	1000	1.5	9.1	23
320	2.02	3.6	1000	1.6	8.4	22
321	2.77	4.2	1750	2.8	6.3	30
322	2.98	4.4	2600	3.1	6.6	34
323	2.99	4.4	2050	3.1	5.9	31
328	4.93	5.1	2300	8.2	2.8	38
	4.96	5.2	1600	8.6	2.2	31
330	5.02	5.2	1250	8.6	1.9	28
	5.04	5.2	2000	8.6	2.5	35
332	5.89	5.5	1400	12.3	1.5	30
334	5.98	5.5	1200	12.8	1.3	28
337	7.82	6.1	1200	24	0.72	29
	7.91	6.1	2200	24	0.97	39
343	13.93	6.7	1950	100	0.21	35
345	14.91	6.8	1650	121	0.29	58
346	17.88	7.1	2300	194	0.23	74

6. Определение электронной температуры в оболочке.

Температура оболочки была определена при помощи формулы (25.23) из [6], по отношению интенсивности линий:

$$R = \frac{E_{N_1+N_2}}{E_{\lambda 4363}} = 0.0753 \cdot \frac{n_e + 2.67 \cdot 10^5 \sqrt{T_e}}{n_e + 2300 \sqrt{T_e}} \cdot e^{\frac{33000}{T_e}}. \quad (6)$$

Таблица 4

N_{neg}	Дата	R	$T_e(10^3 \text{ K})$
12 344	сент. 14.80	120	4.6
349	19.95	95	4.8
	19.99	120	4.6
351	20.70	200	4.3
354	24.78	(33)	(5.7)
	24.91	70	5.0
362	28.72	60	5.2
369	30.01	(110)	(4.8)

В табл.4 приведены: номер негатива, дата, величина R и соответствующее значение электронной температуры (в тыс. градусов).

Значения n_e брались из данных табл.3 или, в случае необходимости, получались из нее путем экстраполяции.

Оценка параллакса Новой, произведенная разными авторами [7-9], дает довольно несхожие результаты, заключенные в пределах от 1350 до 2200 пк. В наших расчетах мы принимали значение 2 кпк. В среднем электронная температура оболочки оказалась около 5000 К.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория, Грузия

THE INVESTIGATION OF NOVA CYGNI 1975 (V 1500) IN ABASTUMANI. I. PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF SPECTRA

R.I.KILADZE, M.P.GIKOSHVILI

During the night of August 30/31 1975 in constellation of Cygni the Nova was revealed by one of the authors. Spectral observations of the Nova had been made by means of 70-cm meniscus type telescope, using 72-cm 8° objective-prism and diffraction spectrograph located at Cassegrain focus. Radial velocity of shell expanding was proved about 2000 km/s, its mass was of order of $10^{-5} M_{\odot}$ and had the tendency of growing with time; the full energy of radiation was estimated as $5 \cdot 10^{44}$ ergs, kinetic energy of shell was 10^{45} ergs and its electron temperature was 5000 K.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.И.Киладзе, Астрон. циркуляр, **890**, 2, 1975.
2. А.В.Харитонов, В.М.Терещенко и др., Тр. Астрофиз. ин-та АН КазССР, **34**, 3-223, 1974.
3. И.С.Шкловский, Сверхновые звезды, М., 1976, с.46.
4. В.А.Амбарцумян, Теоретическая астрофизика, ГОНТИ, Л.-М. 1939, с.172.
5. Д.Я.Мартынов, Курс общей астрофизики, М., 1965, с.289.
6. В.В.Соболев, Курс теоретической астрофизики, М., 1967 с.333.
7. A.Sanyal. Publ.Astron. Soc. Pacif., **88**, 741, 1976.
8. Liu Zong-Li, Mei Bao, Li You-Gang, Acta Astron. Sinica, **20**, 261, 1979.
9. H.J.Becker, H.W.Deurbeck, Publ. Astron. Soc. Pacif., **92**, 792, 1980.