УДК 524. 35

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (T_e) И КОНЦЕНТРАЦИИ (n_e) В ОБОЛОЧКЕ НОВОЙ HR ДЕЛЬФИНА СО ВРЕМЕНЕМ.

М.Б. БАБАЕВ

Шемахинская астрофизическая обсерватория им. Н. Туси АН Азербайджана

373243, г. Шемаха, пос. им. Ю. Маммедалиева

(Поступило 10.02.87)

На основе обработки спектров, полученных в 1986, 1978 и 1981, 1985 гг. на 2ᵐ-м телескопе с дисперсией 94,44 и 30 A°/мм ШАО АН Азербайджана, были исследованы изменения электронной температуры и электронной концентрации со временем в отдельных сгустках в оболочке звезды Новой HR Дельфина в небулярной стадии. В последнее время было установлено, что в 1981-85 годах в развитии спектра Новой HR Дельфина электронная температура (T_e) и электронная концентрация (n_e) у полярных сгустков больше, чем у экваториального кольца. А в предыдущие годы наблюдалась обратная этому картина.

Важным этапом в исследовании Новых звезд в небулярной стадии является изучение структуры и динамики оболочек, а также определение параметров этой оболочки спектрофотометрическим методом. С этой целью были подобраны спектрограммы для обработки в период с 30.VI-26.VIII 1968 г., 12-31.VII 1978 г. и 13-22.VIII 1981 г., 29.VII-1.VIII 1985 г., полученные на 2ᵐ-м телескопе ШАО АН АзССР, в фокусе Кассегрена с дисперсией 94,44 и 30 A°/мм. Негативы получались на эмульсии Kodak 103 a=O, 103 a=D и 103 a=F. Время экспозиции составляло от 20 мин. до 3 часов. Все спектрограммы были записаны на "Лирефо" микрофотометре в почернениях с увеличением в 50 раз.

Все эти спектральные материалы дают нам возможность проследить изменение параметров некоторых эмиссионных линий с изменением структуры оболочки, определить лучевые скорости отдельных эмиссионных компонент, а также определить физические параметры оболочки, окружающей Новую, по мере развития оболочки Новой HR Дельфина со временем.

Известно, что при определении физических параметров оболочек туманностей и новых звезд,широко используется метод,основанный на измерении относительных интенсивностей запрещенных линий иона [0 III]. Эти ионы обладают двумя метастабильными состояниями при

переходе $^1S_0$-$^1D_2$, из которого возникает линия λ 4363 [0 III] и из перехода $^1D_2$-$^3P_1$ и $^1D_2$-$^3P_1$ возникают λ 4959 (N_2) и λ 5007 (N_1). Возбуждение упомянутых состояний производится электронным ударом. Так как для возбуждения свечения в линии λ 4363 A° электрон должен обладать большей энергией, чем λ 4959 (N_2) и λ 5007 (N_1), то и отношение интенсивностей этих линий должно увеличиваться с ростом электронной температуры (T_e) и электронной концентрации. А отношение суммы интенсивностей неавроральных линий к λ 4363 [0 III] является функцией электронной температуры и электронной плотности в газовых оболочках планетарных туманностей и Новых звезд [1],так как небулярные (N_1 и N_2) и авроральные (λ 4363) запрещенные линии [0 III] имеют разные потенциалы возбуждения, и продолжительность жизни атомов, в соответствующих им метастабильных состояниях, различна.

Однако, в ранних небулярных стадиях применение этого метода к оболочкам Новых звезд сталкивается с большими трудностями, возникающими из-за слияния различных линий. К тому же, контуры эмиссионных линий в спектрах оболочек Новых звезд имеют весьма сложный вид, что является следствием неоднородности оболочек и присутствия абсорбционных компонент у всех эмиссионных линий. Это не дает возможности четко построить контур эмиссионных линий. Но в поздней небулярной стадии абсорбционные компоненты эмиссионных линий исчезают, и все эмиссионные линии в спектре Новой HR Дельфина имеют четкое разделение на четыре компоненты, относящиеся к полярным (II, III комп.) сгусткам и экваториальному (I,IV комп.) кольцу [2, 3]. Такое разделение эмиссионных компонент дало нам возможность определить значение физических параметров этих отдельных сгустков в отдельности и ход изменения этих параметров по компонентам в оболочке Новой HR Дельфина в небулярном состоянии со временем. С этой целью были использованы спектральные материалы, полученные в 1968, 1978, 1981 и 1985 гг., которые дали нам возможность четко разделить линии [0 III] $\lambda\lambda$ 4363, 4959 и 5007 A° на четыре компоненты. Поэтому все эти спектральные материалы (см. табл.) дают нам возможность проследить за изменением электронной температуры и электронной концентрации, физических параметров в отдельных сгустках по мере развития оболочки Новой HR Дельфина со временем и т.д.

В таблице даны значения эквивалентных ширин, центральных интенсивностей и радиальных скоростей отдельных эмиссионных компонент (I, II, III и IV) запрещенных линий [0 III] $\lambda\lambda$ 4363, 4959 и 5007 A° в 1968, 1978, 1981 и 1985 годах Из таблицы видно, что полученные значения этих спектральных параметров меняются и по компонентам, и со временем. По-видимому, изменения этих параметров от ночи к но-

Таблица

Дата	Линия	λ 4363 [O III]				λ 4959 [O III]				λ 5007 [O III]			
	Комп.	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30-31.VII.68	W_λ, A^*	72.50	47.12	47.13	58.00	8.70	12.7	12.6	7.25	58.00	85.00	87.00	43.50
	I_u	11.30	22.80	22.80	12.60	2.00	4.40	4.40	2.60	12.20	21.00	23.40	12.00
	v, км/с.	-422	-50	+50	+340	-377	-67	+67	+355	-308	-110	+110	+374
6 - 7.VIII.68	W_λ, A^*	39.38	51.25	50.00	33.75	9.38	13.25	13.00	3.75	20.62	44.12	44.10	18.75
	I_u	7.80	18.70	18.70	8.80	1.80	4.40	3.70	1.55	5.80	14.50	14.50	5.60
	v, км/с.	-309	-38	+38	+360	-227	-	+136	+386	-270	-	-	+338
14-15.VIII.68	W_λ, A^*	3.62	13.50	13.59	19.59	5.44	5.16	5.16	4.08	17.85	10.88	10.88	11.78
	I_u	3.62	4.62	4.62	3.50	0.90	1.62	1.60	0.85	2.90	3.42	3.40	2.90
	v, км/с.	-375	-60	+76	+375	-351	-66	+66	+351	-304	-65	+65	+304
--"--"--"--"--"--	W_λ, A^*	31.13	16.68	16.68	31.13	13.59	12.68	12.68	11.96	54.38	39.84	39.84	67.06
	I_u	5.60	6.67	6.60	4.50	2.70	4.15	4.10	2.50	8.65	10.92	10.92	8.65
	v, км/с.	-452	-50	+50	+403	-390	-52	+52	+256	-309	-66	+66	+310
26-27.VIII.68	W_λ, A^*	101.5	79.70	79.80	105.1	32.62	32.62	32.62	22.48	9.62	116.0	68.88	61.62
	I_u	22.0	25.20	25.20	19.20	6.20	11.30	9.60	5.80	18.25	30.00	22.90	14.00
	v, км/с.	-378	-60	+60	+403	-310	-67	+112	+310	-353	-88	+88	+353
--"--"--"--"--"--	W_λ, A^*	79.75	36.25	65.25	43.50	24.75	31.90	34.80	29.72	224.75	174.0	174.0	166.75
	I_u	12.70	19.30	17.90	10.20	6.30	12.30	10.90	8.00	42.00	60.00	58.40	42.40
	v, км/с.	-400	-100	+100	+300	-307	-110	+66	+263	-326	-87	+87	+304
12-13.VII.78	W_λ, A^*	0.01	0.12	0.14	0.36	7.48	7.71	8.00	9.62	89.65	-	-	81.50
	I_u	0.06	0.11	0.08	0.12	1.32	1.32	1.46	1.66	3.27	3.22	3.34	3.42
	v, км/с.	-380	-109	+109	+430	-354	-50	+180	+476	-305	-50	+80	+367

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28-29.VII.78	W_λ, A^*	-	-	0.24	0.70	10.99	6.05	6.90	31.40	24.45	24.45	20.38	81.50
	$I_м$	0.12	0.30	0.06	0.16	1.80	1.30	1.30	2.90	6.00	7.20	9.10	9.8
	v, км/с.	-400	-	+83	+372	-365	-	-	+271	-285	-48	+48	+238
30-31.VII.78	W_λ, A^*	0.46	0.15	0.29	0.76	21.20	-	-	16.48	44.82	-	-	89.65
	$I_м$	0.15	0.08	0.11	0.14	1.80	2.60	2.60	2.90	6.50	7.20	9.10	8.00
	v, км/с.	-490	-104	+104	+414	-260	-	-	+200	-264	-	-	+210
13-14.VIII.81	W_λ, A^*	0.38	0.50	0.40	0.54	5.01	0.50	0.59	4.37	16.78	0.70	1.77	11.47
	$I_м$	0.22	0.16	0.21	0.19	0.90	0.65	0.65	0.75	4.00	0.40	0.60	2.50
	v, км/с.	-669	-207	+124	+483	-416	-53	+53	+422	-431	-104	+104	+444
21-22.VIII.81	W_λ, A^*	0.85	0.25	0.14	1.30	15.40	2.64	-	18.04	33.00	9.90	2.64	37.40
	$I_м$	0.22	0.12	0.11	0.24	3.85	1.20	0.30	3.45	10.05	2.30	2.05	7.70
	v, км/с.	-379	-124	+69	+345	-398	-81	+54	+452	-447	-185	+158	+394
22-23.VIII.81	W_λ, A^*	0.34	0.14	0.15	0.12	11.68	6.17	3.97	20.17	30.00	6.50	6.00	36.00
	$I_м$	0.12	0.70	0.11	0.09	3.50	1.95	1.70	4.35	9.55	2.50	2.15	8.20
	v, км/с.	-448	-172	+138	+448	-454	-149	+117	+406	-486	-158	+53	+391
29-30.VIII.85	W_λ, A^*	0.22	0.29	0.23	0.22	4.9	1.9	2.5	8.0	15.14	5.6	8.0	20.5
	$I_м$	0.06	0.10	0.08	0.07	0.70	0.50	0.60	1.14	1.78	0.96	1.10	2.50
	v, км/с.	-450	-137	+86	+430	-454	-151	+181	+514	-389	-150	+240	+449
30-31.VIII.85	W_λ, A^*	0.43	0.27	0.16	0.41	5.5	.15	1.05	5.0	17.5	8.0	5.5	15.0
	$I_м$	0.13	0.11	0.07	0.12	0.98	0.45	0.36	0.90	2.25	1.40	1.30	2.05
	v, км/с.	-418	-138	+103	+487	-544	-151	+121	+393	-419	-192	+150	+329
1 - 2.IX.85	W_λ, A^*	0.25	0.38	0.51	0.30	7.60	0.90	1.30	9.50	14.0	4.2	6.5	20.5
	$I_м$	0.09	0.12	0.17	0.13	1.15	0.32	0.45	1.25	2.0	1.10	1.20	2.32
	v, км/с.	-488	-138	+206	+455	-363	-163	+151	+393	-419	-150	+150	+449

чи свидетельствуют об изменении видимости отдельных сгустков в оболочке HR Дельфина.

При определении электронной температуры в отдельных сгустках использовалась следующая формула (1).

$$\frac{E_{N_1+N_2}}{E_{\lambda 4363}} = 0,077e^{\frac{33000}{T_e}} \quad , \qquad (1)$$

где T_e -электронная температура, $E_{N_1+N_2}$ - суммарная интенсивность линий λ 4959 (N_2) и λ 5007 (N_1) [0 III], а $E_{\lambda 4363}$ - интенсивность линий λ 4363 [0 III].

На рис. показано, как меняется среднее значение соотношений интенсивностей линии [0 III] и электронных температур (T_e), определенных по формуле (1) в отдельных сгустках в оболочке Новой HR Дельфина, по каждой компоненте (I, II, III и IV) эмиссионных линий в 1968, 1978, 1981 и 1985 гг. И здесь следует отметить, что при изменении значений электронных температур, ошибки измерения, в худшем случае, не превышают ±180° К. Из рис. видно, что полученное значение соотношений интенсивностей линии (N_1, N_2) и λ 4363 [0 III] и электронная температура (T_e), меняются по компонентам и со временем. Наблюдается также изменение хода по фазам значения отношения интенсивности линий N_1, N_2 и λ 4363 [0 III] и электронной температуры в развитии спектра Новой (рис. а и б). Видно, что в последнее время (в 1981-1985 гг.) в развитии спектра Новой HR Дельфина электронная температура у полярных сгустков больше (II и III комп.), чем у экваториального кольца (I и IV комп.), соотношение эквивалентных ширин себя ведет наоборот (рис. а и б).

А на рис. е показано как меняется среднее значение электронной температуры (T_e) по годам с развитием спектра Новой HR Дельфина. Все эти наблюдаемые факты свидетельствуют о том, что значения электронной температуры в отдельных сгустках различны и они изменяются со временем.

После этого, используя полученные значения электронных температур в отдельных сгустках, по формуле (2) определены значения электронных концентраций в отдельных сгустках в оболочке HR Дельфина со временем.

$$\frac{E_{N_1+N_2}}{E_{\lambda 4363}} = 0,077e^{\frac{33000}{T_e}} \frac{1+2,5\cdot 10^5 n_e^{-1}\sqrt{T_e}}{1+2,6\cdot 10^3 n_e^{-1}\sqrt{T_e}} \qquad (2)$$

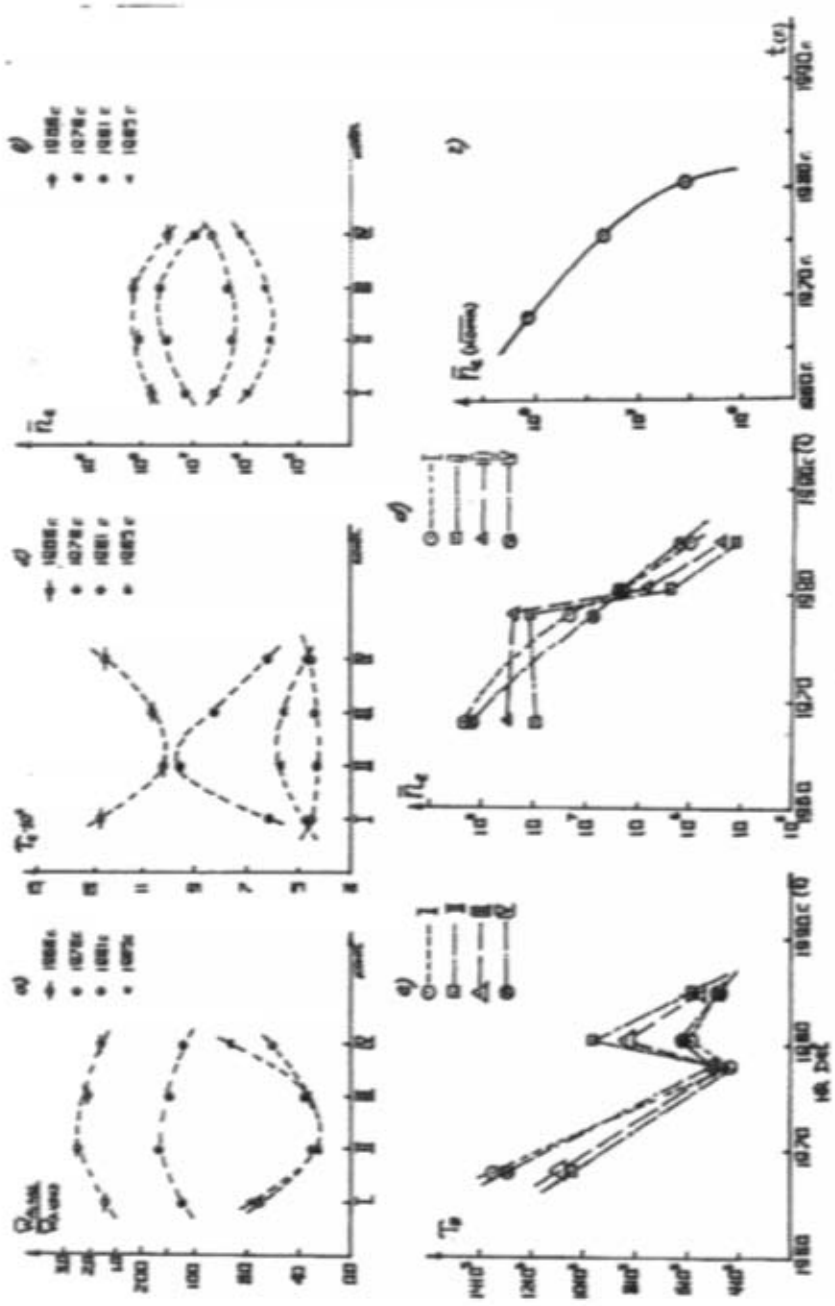

Рис. Зависимости отношения эквивалентных ширин, электронных температур и концентраций по компонентам спектральных линий и по времени.

Из рис. г видно, что полученные значения электронных концентраций (n_e) тоже меняются и по компонентам и со временем. Наблюдается изменение хода по мере развития спектра Новой (рис. в и д).

И, наконец, на рис. г показано, как меняется среднее значение электронной концентрации по годам с развитием спектра Новой HR Дельфина. Все эти наблюдаемые факты свидетельствуют о том, что, действительно, оболочка, окружающая Новую HR Дельфина является неоднородной и физические условия в отдельных сгустках различны и они изменяются со временем.

Цель данной статьи, прежде всего, привлечь внимание наблюдателей к тем имеющимся фактам, что в Новой звезде оболочка имеет сложную структуру и в отдельных сгустках у этой оболочки физические условия различны, и они изменяются со временем. Это нужно учитывать при построении моделей Новой и вычислении температуры по методу Занстра.

В заключение выражаю благодарность С.Г. Мамедову за полезные обсуждения и С.М. Ахлимановой за помощь при обработке.

Литература

1. *Горбацкий В.Г., Минин И.Н.* Нестационарные звезды. М., 1963.
2. *Бабаев М.Б.* Письма в АЖ., т. 7,№ 7, 422, 1981.
3. *Бабаев М.Б.* Письма в АЖ., т. 2, № 4, 235, 1983.

M.B. Babayev

YENİ HR DELFİN ÖRTÜYÜNDƏ ELEKTRON TEMPERATURU (T_e) BƏ KONSENTRASİYANIN (n_e) ZAMANDAN ASILI OLARAQ DƏYİŞMƏSİ

Yeni HR Delfinin nebulyar halıda 1968, 1978 və 1981, 1985-ci illərdə Şamaxı Astrofizika rəsədxanasının 2 m-lik teleskopunda 94, 44, 30 A°/ mm dispersiya ilə alınmış spektrlərin əsasında ulduz örtüyünün ayrı-ayrı topalarında elektron temperaturunun (T_e) və elektron konsentrasiyasının (n_e) zamandan asılı olaraq dəyişməsi araşdırılmışdır. Aşkar edilib ki (1981-1985-ci illərdə) HR Del spektrinin inkişafında elektron temperaturu (T_e) və elektron konsentrasiyası (n_e) ekvatorial qurşağa nisbətən qütb topalarında çoxdur. Əvvəlki illərdə isə (1968-1978) bunun əksi müşahidə olunub.

M.B. Babayev

ON THE CHANGE WITH TIME OF THE ELECTRON TEMPERATURE (T_e) AND CONCENTRATION (n_e) IN THE ENVELOPE OF THE NOVA HR DELPHINUS

The electron temperature and concentration in the separate clusters in the envelope of the nova HR Del on the nebular stade were determined and studied their changes with time on the base of the spectral materials were obtained at the 2-m telescope of the SHAO in 1968, 1976, 1981 and 1985 with the dispersion 94,44 and 30 A°/mm. It is found that at the last time (1981 and 1985) the polar clusters electron temperature is larger than in the equatorial ring, and was on the contrary before (1968 and 1978).