

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГАЗОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ НОВОЙ HR Del.

М.М. БАБАЕВ.

*Шемахинская Астрофизическая Обсерватория АН Азербайджана,
Шемаха, пос. Ю. Мамедалиева, Обсерватория*

Продолжительные наблюдения Новой Дельфины 1967=HR Del (1968–1991 гг.) указывают на изменение отношений интенсивностей запрещенных линий кислорода-[O III] $\lambda\lambda$ 4959 и 5007 к линиям водорода -H β и гелия - HeII λ 4686. Это позволяет сделать некоторые выводы о физических условиях в газовой составляющей части Новой в течение последних 23 лет. Изменения соотношений [OIII]/H β , HeII/H β указывают на 11 летний цикл активности, хорошо согласующийся с теоретическими выводами о циклической активности Солнца и звезд.

К настоящему времени имеется большое количество наблюдательных работ и очень мало теоретических работ по звездам Новой Дельфины 1967=HR Del. Однако, единой модели, объясняющей всю совокупность наблюдательных данных, не существует. Во многих случаях картина переменности сложна и многообразна. С этой точки зрения крайне желательны однородные подробные наблюдения этой звезды для установления общих существенных закономерностей между различными характеристиками Новой.

В настоящей работе проведено изучение звезды Новой HR Del, прототипа класса ультрамедленных типичных Новых звезд.

Ранее, нами и другими авторами, [1–5] были изучены структуры линий водорода серии Бальмера, линий гелия λ 4686 и др. Все эти наблюдения показали, что имеется

изменение структуры и параметров линий кислорода [OIII] $\lambda\lambda$ 4363, 4959, и 5007, водорода - H β , гелия - HeII λ 4686, соотношения эмиссионных компонентов, эквивалентных ширин- W_λ , центральных интенсивностей- I_c , I/R-вариация и др. перечисленных линий со временем.

Продолжительные наблюдения показали, что кроме этих изменений профилей спектральных линий в спектре Новой HR Del, полученных в 1968, 1975, 1976, 1978, 1979, 1981, 1984–1989 гг. хорошо наблюдаются другие особенности в изменении отношения интенсивности- W_λ запрещенных линий кислорода к линиям водорода и гелия, которые позволяют судить о физических условиях в газовых составляющих частях Новой в течении последних 23-х лет.

Таблица 1

| Дата | $\frac{W_{\text{полн}}}{4861 H_\beta}$ | $\frac{W_{\text{полн}}}{4686 HeII}$ | $\frac{W_{\text{полн}}}{4959 [OIII]}$ | $\frac{W_{\text{полн}}}{5007 [OIII]}$ |
|-------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 22–23.07.68 | 101.50±2.10 | – | – | 32.62± |
| 23–24.07.68 | 580.30±8.70 | – | – | 143.18±1.20 |
| 30–31.07.68 | 188.50±6.52 | 43.08±4.35 | 41.80±4.35 | 279.12±7.25 |
| 06–07.08.68 | 315.00±4.31 | – | 39.38±3.38 | 127.50±2.81 |
| 14–15.08.68 | – | 10.29±1.02 | 19.03±0.77 | 48.94±1.05 |
| – | 147.60±1,63 | 11,09± 0,31 | 50,75± 0,73 | 193,94± 2,04 |
| 26–27.08.68 | 565.25± 3.26 | 119.62± 5.18 | 119.62± 5.08 | 333.50± 7.11 |
| – | 435.00± 7.47 | 35.12± 0.68 | 112.50± 5.10 | 685.12± 7.83 |
| ср.знач. | 333,31±4.86 | 43.84±2.31 | 63.85±3.24 | 230.49±3.84 |
| 26–27.07.75 | – | – | 48.25± 3.20 | 120.00±5.20 |
| 27–28,07,75 | 6,10±0,25 | 5,25±0,22 | 44,32±1,90 | 135,00±6,40 |
| 29–30,07,75 | 19.15±0,52 | 8,85±0,45 | 80,38±4,50 | 171,75±5,40 |
| 02–03,08,75 | 24,80±1,25 | 20,10±1,05 | 38,50±1,40 | 107,25±2,30 |
| 04-05,08,75 | – | – | 49.70±3.10 | 297.51±5.40 |
| 05–06.08.75 | – | – | 33.20±1.30 | 139.60±3.50 |
| 10–11.08.75 | 27.21±1.20 | – | 46.64±3.20 | 220.50±4.80 |
| ср.знач. | 19.32±0.81 | 11.40±0.57 | 48.71±2.66 | 170.23±4.71 |

| Дата | Ҷполн 4861 Н _β | Ҷполн 4686 HeII | Ҷполн 4959 [OIII] | Ҷполн 5007 [OIII] |
|-------------|------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 05-06.07.76 | - | - | 45.60±4.20 | 125.00±5.20 |
| 28-29.07.76 | 16.00±0.35 | - | 40.00±5.30 | 118.00±5.40 |
| 29-30.07.76 | 11.00±0.42 | 28.25±5.00 | 60.00±5.80 | 160.00±4.90 |
| Ср.знач. | 13.50±0.38 | 28.25±5.00 | 48.53±5.10 | 134.33±5.17 |
| 12-13.07.78 | 15.54±0.36 | 12.26±0.35 | 62.80±3.97 | 171.15±4.89 |
| 13-14.07.78 | 15.54±0.37 | 11.74±0.37 | 58.88±3.92 | 211.92±4.32 |
| 26-27.07.78 | 8.51±0.52 | 9.35±0.29 | 66.72±1.96 | 195.61±3.67 |
| 28-29.07.78 | 11.10±0.30 | 4.84±0.31 | 54.95±3.92 | 163.00±4.48 |
| 30-31.07.78 | 8.88±0.22 | 6.32±0.24 | 35.32±3.14 | 138.55±4.72 |
| ср. знач. | 11.91±0.35 | 8.90±0.31 | 55.73±3.38 | 176.04±4.42 |
| 13-14.08.81 | 9.90±0.25 | 15.96±0.25 | 10.46±1.41 | 29.95±1.13 |
| 21-22.08.81 | 9.54±0.26 | 10.12±0.19 | 36.08±1.43 | 82.94±0.84 |
| 22-23.08.81 | 8.30±0.21 | 10.80±0.24 | 40.80±1.16 | 78.50±0.65 |
| ср. знач. | 9.25±0.24 | 12.29±0.23 | 29.11±1.13 | 63.80±0.87 |
| 06-07.08.84 | 30.00±0.47 | 13.10±0.70 | - | - |
| 07-08.08.84 | 9.62±0.25 | 8.00±0.40 | - | - |
| ср.знач. | 19.81±0.36 | 10.55±0.55 | - | - |
| 29-30.08.85 | 4.00±0.55 | 4.00±0.45 | 16.00±0.62 | 38.70±0.74 |
| 30-31.08.85 | 10.25±1.00 | 3.85±0.40 | 12.50±0.53 | 38.52±1.80 |
| 01-02.09.85 | 6.50±0.65 | 8.25±0.62 | 18.30±0.52 | 40.00±0.62 |
| ср.знач. | 6.92±0.82 | 5.36±0.49 | 15.60±0.55 | 39.07±1.15 |
| 13-14.08.86 | 8.05±0.42 | 6.10±1.20 | 17.60±0.40 | 43.00±0.45 |
| ср.знач. | 8.05±0.42 | 6.10±1.20 | 17.60±0.40 | 43.00±0.45 |
| 24-25.06.87 | 1.75±0.30 | 12.70±0.40 | 9.20±0.65 | 42.50±0.65 |
| 25-26.06.87 | 2.80±0.25 | 5.35±0.65 | 10.60±0.65 | 18.50±0.75 |
| 12-13.07.87 | 2.52±0.32 | 6.00±ш.58 | 8.40±0.68 | 23.80±0.62 |
| ср. знач. | 2.36±0.29 | 8.02±0.54 | 9.40±0.66 | 28.27±0.66 |
| 28-29.08.88 | 6.25±0.48 | 7.50±0.40 | 11.20±0.50 | 49.01±0.75 |
| "- | 3.70±0.30 | 5.80±0.40 | 10.20±0.36 | 36.00±0.53 |
| 29-30.08.88 | 5.34±0.35 | 3.00±0.26 | 10.60±0.60 | 26.00±0.70 |
| 22-23.09.88 | 4.65±0.32 | 4.75±0.30 | - | 29.00±0.90 |
| ср.знач. | 4.98±0.36 | 5.25±0.34 | 10.67±0.49 | 35.00±0.72 |
| 13-14.06.89 | 8.40±0.50 | 5.50±0.25 | 7.30±0.70 | 18.50±0.90 |
| 04-05.07.89 | 4.65±0.46 | 4.50±0.15 | 11.00±0.35 | 12.20±0.32 |
| ср. знач. | 6.52±0.48 | 5.00±0.20 | 9.15±0.52 | 15.35±0.61 |

Таблица 2

| Дата | 4959[ОIII] H β | 5007[ОIII] H β | 4959[ОIII] HeII | 5007[ОIII] HeII | 4686HeII H β |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 22-23.07.68 | - | 0.32 | - | - | - |
| 23-24.07.68 | - | 0.25 | - | - | - |
| 30-31.07.68 | 0.22 | 1.48 | 0.97 | 6048 | 0.23 |
| 06-07.68 | 0.12 | 0.40 | - | - | - |
| 14-15.08..68 | - | - | 1.85 | 4.76 | - |
| "-" | 0.34 | 1.31 | 4.58 | 17.40 | 0.08 |
| 26-27.08.68 | 0.21 | 0.59 | 1.00 | 2.79 | 2.12 |
| "-" | 0.26 | 1.57 | 3.20 | 19.51 | 0.08 |
| Ср.знач. | 0.23±0.04 | 0.84±0.23 | 2.32±0.69 | 10.21±3.40 | 0.63±0.06 |
| 27-28.07.75 | 7.26 | 22.13 | 8.44 | 25.71 | 8.86 |
| 29-30.07.75. | 4.20 | 8.97 | 9.08 | 19.41 | 0.46 |
| 02-03.08.75 | 1.55 | 4.32 | 1.92 | 5.34 | 0.81 |
| 10-11.08.75 | 1.71 | 8.18 | 2.28 | 6.02 | - |
| Ср. знач. | 4.87±1.28 | 16.75±6.02 | 6.48±0.64 | 16.22±1.62 | 0.71±0.07 |
| 28-29.07.76 | 2.50 | 7.38 | - | - | - |
| 29-30.07.76 | 5.45 | 14.54 | 2.12 | 5.66 | 2.57 |
| Ср. знач. | 3.98±1.47 | 10.96±3.58 | 2.12±1.50 | 5.66±1.52 | 2.57±0.06 |
| 12-13.07.78 | 4.04 | 11.01 | 5.12 | 13.96 | 0.70 |
| 13-14.07.78 | 3.79 | 13.64 | 5.02 | 18.05 | 0.75 |
| 26-27.07.78 | 7.84 | 22.98 | 7.15 | 20.92 | 1.10 |
| 28-29.07.78 | 4.95 | 14.68 | 12.27 | 39.68 | 0.44 |
| 30-31.07.78 | 3.98 | 15.60 | 5.59 | 21.92 | 0.72 |
| Ср. знач | 4.92±0.76 | 16.58±2.00 | 7.03±1.36 | 21.70±3020 | 0.76±0.08 |
| 13-14.08.81 | 1.06 | 3.02 | 1.76 | 5.02 | 0.60 |
| 21-22.08.81 | 3.79 | 8.73 | 3.56 | 8.21 | 1.06 |
| 22-23.08.81 | 4.92 | 9.46 | 3.78 | 7.27 | 1.30 |
| Ср. знач. | 3.26±1.14 | 7.07±2.03 | 3.03±0.64 | 6.83±0.98 | 0.98±0.09 |
| 06-07.08.84 | - | - | - | - | 0.44 |
| 07-08.08.84 | - | - | - | - | 0.83 |
| Ср. знач. | - | - | - | - | 0.64±0.06 |
| 29-30.08.85 | 4.00 | 9.68 | 4.00 | 9.68 | 1.00 |
| 30-31.08.85 | 1.22 | 3.76 | 3.25 | 10.11 | 0.38 |
| 01-02.09.85 | 2.82 | 6.15 | 2.22 | 4.85 | 1.30 |
| Ср. знач. | 2.67±0.80 | 6.53±1.72 | 3.16±0.52 | 8.18±0.82 | 0.89±0.09 |
| 13-14.08.86 | 2.19 | 5.34 | 2.88 | 7.05 | 0.76 |
| Сз. знач. | 2.19±0.80 | 5.34±0.60 | 2.88±0.50 | 7.05±0.50 | 0.76±0.08 |
| 24-25.06.87 | 5.26 | 24.28 | 0.72 | 3.35 | 7.26 |
| 25-26.06.87 | 3.78 | 6.61 | 1.98 | 3.46 | 1.91 |
| 12-13.07.87 | 3.33 | 9.44 | 1.40 | 3.97 | 2.38 |

| Дата | 4959[OIII] H β | 5007[OIII] H β | 4959[OIII] HeII | 5007[OIII] HeII | 4686HeII H β |
|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Ср. знач | 4,12±0.58 | 13.44±5.47 | 1.37±0.36 | 3.59±0.19 | 3.85±0.40 |
| 27-28.08.88 | 1.98 | 4.89 | 3.53 | 8.67 | 0.56 |
| 28-29.08.88 | 1.79 | 7.83 | 1.49 | 6.53 | 1.20 |
| "-" | 2.79 | 9.73 | 1.76 | 6.21 | 1.57 |
| 22-23.09.88 | - | 6.24 | - | 6.11 | 1.02 |
| ср. знач. | 2.18±0.23 | 7.18±1.04 | 2.26±0.62 | 6.88±0.60 | 1.09±0.12 |
| 13-14.06.89 | 0.87 | 2.20 | 1.33 | 3.36 | 0.65 |
| 04-05.07.89 | 2.36 | 2.62 | 2.44 | 2.71 | 0.97 |
| ср. знач. | 1.62±0.74 | 2.41±0.21 | 1.88±0.55 | 3.04±0.32 | 0.81±0.08 |

Наблюдательные данные, которые приведены в таблицах 1 и 2, позволяют сказать несколько слов о зоне, где возникают запрещенные линии [OIII] $\lambda\lambda$ 4959 и 5007. Это, по-видимому, самая холодная зона газовой составляющей в Новой звезде. Отношения этих линий растут с 1978 г. (см. рис. а и б), что по-видимому, свидетельствует об относительном охлаждении или уплотнении этой зоны. После 1978 г. эти отношения начинают с колебаниями ослабевать, а с 1987 г. они опять стали возрастать. Это означает, что в этой газовой составляющей части произошло изменение физических условий.

Известно, что линии излучения в оболочках Новых звезд в небулярной стадии возникают в результате переработки высокочастотного излучения звезды в более низкочастотное излучение звезды. Высокочастотное излучение звезды их ионизирует и создает свободные электроны. Столкнувшись с ионами, электрон захватывается ими, причем обязательно на верхний уровень, после чего каскадно опускается вниз, на первый уровень, излучая при каскадных переходах в линиях. Переход электрона в атоме водорода с третьего уровня на второй (3→2) дает излучение в линии H α , переход (4→2) дает линию H β и т.д. Так возникает излучение в линиях водорода, гелия и других. Запрещенные линии образуются по иному. Линии "небуля"- ионы [O III]-имеют тонкую структуру энергетических уровней, т.к. над основным - (он тройной) уровнем находится очень близко первый возбужденный. Чтобы "забросить" электрон с нижнего на возбужденный уровень, требуется очень небольшая энергия-2.5 эВ. В оболочке Новой звезды присутствуют многие свободные электроны. При столкновении иона-[O III] и электрона, ион-[O III] возбуждается, т.е. собственный электрон в ионе-[O III] переходит на ближайший возбужденный уровень с основного. Однако возбужденный уровень является метастабильным, т.е. время жизни на нем в миллионы раз превышает время жизни на обычном уровне. Из-за этого уровень становится "ловушкой": на нем происходит накопление электронов. Через 38 секунд возникает излучение в запрещенных линиях $\lambda\lambda$ 5007 и 4959 Å. Интенсивность линий достигает значительной величины. Этот механизм излучения называется механизмом ударного возбуждения.

Аналогично излучению [O III] возникает в оболочке Новой излучение в запрещенных линиях Ne III, O II, N II. У водорода и гелия нет метастабильных уровней, близко расположенных к основному, поэтому нет и их запрещенных линий.

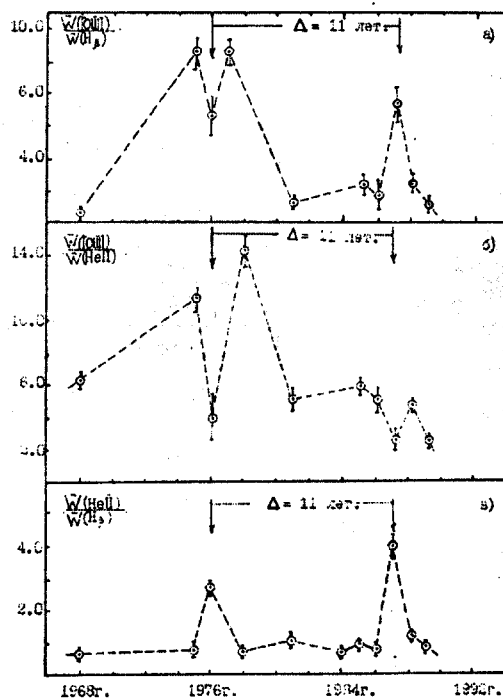


Рис. а) Изменения соотношения интенсивности запрещенных линий кислорода-[OIII] $\lambda\lambda$ 4959 и 5007 к линии водорода - H β со временем; б) То же самое к линии гелия - HeII λ 4686 со временем; в) Изменения соотношения интенсивности линий гелия-HeII λ 4686 к линии Водорода-H β со временем.

Известно, что у всех Новых звезд небулярная стадия наблюдается, когда звезда уже достаточно сжалась и ее температура превышает 30000°K и падение блеска Новой составляет 6-7 звездных величин, при этом характер изменения кривой блеска не имеет большого значения. В этом случае главная оболочка находится в условиях, ана-

логичных планетарным туманностям, поскольку по мере ослабления блеска Новой исчезают сначала диффузно-искровой, орионов и, наконец, главный спектр поглощения. Это означает, что сначала прекращается истечение вещества, а потом становится прозрачной главная оболочка как у планетарных туманностей

Из рис. а), б) и в) также видно, что такие сильные изменения наблюдаются в соотношениях интенсивности водородных, гелиевых и запрещенных линий кислорода в 1975, 1978, 1985–1986 и 1987–1989 г.. Таким образом, рис. а), б) и в) свидетельствуют о том, что на протяжении последних 23–х лет в газовой составляющей части Новой HR Del 1967 все время происходят заметные изменения относительных интенсивностей запрещенных линий кислорода [O III] $\lambda\lambda$ 4959 и 5007 к линии водорода–H β и гелия–He II λ 4686, а также относительные интенсивности гелиевых–He II 4686 к линии водорода–H β . Из этих графиков хорошо заметны 11 летние циклические активности изменений соотношения этих линий. Такие цикличес-

ности хорошо согласуются с теоретическими выводами о циклической активности Солнца и звезд.

К настоящему времени циклическая активность установлена для некоторых карликовых звезд. Следует отметить, что найденные длительности циклов хорошо коррелируют с так называемыми числами Россби. Число Россби: – это отношение скорости конвективных движений в подфотосферных слоях, которая определяется теоретическими расчетами внутреннего строения звезды и, получаемой из наблюдений скорости вращения звезды. Число Россби, прежде всего, определяет степень взаимодействия конвекции и вращения и, следовательно, эффективность генерации звездного магнитного поля. То обстоятельство, что длительность цикла активности коррелирует, в конечном счете, с эффективностью генерации магнитного поля, служит аргументом в пользу представлений о внутренних причинах циклическости в активности звезд и Солнца [6].

- [1] М. Б. Бабаев Письма в АЖ. 1983, т. 9, №4, с. 235.
 [2] М. Б. Бабаев Астрон.Циркуляр. 1987, №1498, с. 2.
 [3] М. Б. Бабаев Циркуляр ШАО АН Азерб., 1989, №83, с.24.

- [4] J. S. Gallagher Astrophys J. 1976, v 203, p. 625.
 [5] J. B. Hutshings, W.A. Fisher PASP., 1973, v.85, p. 503.
 [6] P. E. Гершберг Космонавтика, Астрономия. 7/1990, Из. "Знания".–М..64 С.

M.B. Babayev

YENİ HR DELFİN ULDUZUNUN QAZ ÖRTÜYÜNDƏ FİZİKİ ŞƏRAİTİN DƏYİŞMƏSİ

HR yeni Delfin 1967 ulduzunun uzun müddətli müşahidələri (1968-1991) qadağan olunmuş xətlərin, hidrogen və helium xətləri arasındakı nisbətlərin dəyişməsinə göstərir, bu işə son 23 ildə Yeni ulduzun qaz örtüyünün fiziki şəraiti haqqında mühakimələr yürütməyə imkan verir.

Xəttlər arasındakı nisbətlərin dəyişməsi 11 illik sikllik dəyişmələrin mövcud olduğunu göstərir ki, bu da Günəş və ulduzların aktivlik siklləri nəzəriyyəsilə tam uzlaşır.

M.B. Babayev

VARIATION OF PHYSICAL CONDITIONS IN THE GASEOUS PART OF THE NOVA HR DEL

It is shown that during 1968–1991 the essential variation of the relative emission lines intensities in the part component of Nova HR Del took place, indicating the variability of its (O III/ H β , He II/H β) point to 11-year cycle which good agreement with the theoretical conclusions about cycle activity of the Sun and Stars.