

0.31 ДНЕВНАЯ ПУЛЬСАЦИЯ ЗВЕЗДЫ ТИПА  
ВОЛЬФА – РАЙЕ HD 192163

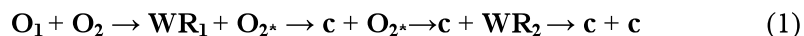
Д.Н.РУСТАМОВ

*Шамахинская Астрофизическая обсерватория  
им.Н.Туси НАН Азербайджана*

*По 24 эшелле-спектрограммам высокого спектрального разрешения, звезды типа Вольфа-Райе HD 192163, полученным в 2005-2007 гг. на кассегреневском фокусе 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической обсерватории (ШАО) им. Н.Туси исследованы профили эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$ . Спектрограммы обработаны с помощью программы DECH20. Определены эквивалентная ширина и лучевая скорость эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$ . Выявлена 0.31 дневная пульсация звезды HD 192163 и переменность фиолетового крыла эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$ .*

В восьмидесятых годах прошлого века обнаружена периодическая спектральная и фотометрическая переменность некоторых звезд Вольфа-Райе (WR), которые ранее считались одиночными [1,2,3]. Характерной особенностью некоторых из этих объектов являлось расположение их в центрах кольцевых туманностей [4] и иметь большую высоту  $z$  над галактической плоскостью [5]. Благодаря успехам в области исследования эволюции тесных двойных систем (ТДС) полагалось, что звезды WR обнаруженных в центрах кольцевых туманностей могут быть ТДС, содержащие релятивистские спутники (нейтронные звезды или черные дыры) [6].

Согласно современным представлениям [6,7] эволюция ТДС происходит по следующей схеме:



Вначале система состоит из двух  $O_1$  и  $O_2$  звезд главной последовательности. Более массивная звезда (предположим  $O_1$ ) эволюционирует быстрее, увеличивает свой радиус и первой заполняет полость Роша. После заполнения критической поверхности Роша начинается процесс быстрого обмена вещества между компонентами (первый обмен масс). Звезда  $O_1$  теряет вещество через внутреннюю точку Лагранжа. С окончанием процесса обмена на месте первоначально более массивной звезды  $O_1$  образуется звезда  $WR_1$  (гелиевый остаток), и система  $O_1 + O_2$  превращается в  $WR_1 + O_{2*}$  (звезда WR первого поколения). После истощения гелия в ядре звезды  $WR_1$  последовательно и во все ускоряющемся темпе выгорает углерод, кислород, неон и кремний с последующим образованием железного ядра. Звезда  $WR_1$  взрывается как сверхновая и превращается в релятивистский объект. Образуется система " $O_{2*} + \text{compact}$ ". В зависимости от начальной массы звезды  $O_1$  компактный объект может быть нейтронной звездой или черной дырой. При таком взрыве двойная система не распадается, поскольку взрывается менее массивная звезда системы. Спустя некоторое время звезда  $O_{2*}$

расширяется, ее размер приближая к размеру критической поверхности Роша, и начинает интенсивно терять вещество через внутреннюю точку Лагранжа. После того, как  $O_2^*$  компонента сбросит значительную часть своей массы, она постепенно становится звездой  $WR_2$ . Образуется система  $WR + \text{compact}$  (звезда  $WR$  второго поколения). Выброшенная за пределы двойной системы общая оболочка 'нагребают' межзвездный газ и образует кольцевую туманность вокруг звезды  $WR$  второго "поколения". После выгорания ядерного горючего в ядре  $WR$  она взрывается как сверхновая, оставляя после себя релятивистский объект. В [8] приведен список 16  $WR$  звезд с возможными релятивистскими компонентами и звезда HD 192163 входит в этот список, т.е. может являться звездой  $WR$  с релятивистской компонентой.

Согласно [9] HD 192163 является одиночной  $WN_6$  звездой. В [10] эта звезда считалась стандартом подтипа  $WN_6$ . Интересной особенностью этой звезды является то, что находится в центре кольцевой туманности NGC 6888 и связана с нею [11]. В [12] обнаружена переменность лучевых скоростей и профилей различных линий в спектре звезды HD 192163 с периодом  $4^d.5$  и подтверждена авторами работы [1]. Из определенной функции масс  $f_{WR} = 10^{-2} - 10^{-3}$  для этой звезды получалось, что масса спутника  $\sim 1 M_{\odot}$ , что характерно для нейтронных звезд и полагалось, что звезда HD 192163 является ТДС одна компонента которой является нейтронной звездой и образовалось по вышеуказанной сценарии (1).

Однако в [13] нашли более короткие ( $0^d.45$  и  $0^d.31$ ) периоды переменности для этой звезды и полагали, что эти периоды могут быть связаны с пульсацией этой звезды.

В спектре звезды HD 192163 эмиссионная линия  $H\alpha$  сливается в одну полосу с линией  $HeII\lambda 6560$  и эта полоса обозначается как  $HeII+H\alpha$ . Целью данной работы является спектральное исследование переменности эмиссионной полосы  $HeII+H\alpha$  в спектре звезды типа Вольфа-Райе HD 192163.

Отметим, что исследование спектральной переменности эмиссионной полосы  $HeII+H\alpha$  звезды HD 192163 с высоким разрешением не проводилось до настоящего времени.

Спектральные наблюдения звезды типа Вольфа-Райе HD 192163 проведены в фокусе Кассегрена 2-м телескопа ШАО им. Н.Туси НАН Азербайджанской Республики в 2005- 2007 гг. Применялось эшелле-спектрометр, с светоприемником ПЗС-матрица  $530 \times 580$  px, спектральный диапазон  $\lambda\lambda 4000 - 7000 \text{ \AA}$ , спектральное разрешение  $R=13\ 600$ , отношение сигнала к шуму  $S/N \sim 100$ . Аппаратура наблюдений подробно описана в [14]. Среднеквадратичная ошибка позиционных измерений около  $\pm 3$  км/с, а эквивалентных ширин  $\sim 10\%$ . При проведении непрерывного спектра применялось общая методика и данные работы [15]. Время накопления для всех спектров 20 мин.

Получены 24 спектрограмм исследуемой звезды HD192163: 10 спектрограмм в течение одной ночи (25 Августа 2007 г.) и 14 спектрограмм в различных датах. 10 спектрограмм полученные в течение одной ночи были исследованы для изучения кратковременной спектральной переменности. В остальных ночах получены по две спектрограмм. Кроме указанных 10 спектрограмм все эшелле-спектрограммы полученные в течение одной ночи усреднены. Для обработки спектрограмм применена программа DECH20, которая разработана для обработки ПЗС-эшелле-спектрограмм [16].

Сравнение формы профилей полученных в различных датах показали, что переменность формы профиля наблюдается в основном в фиолетовом крыле (от  $\lambda=6496 \text{ \AA}$  до  $\lambda=6532 \text{ \AA}$ ) указанной эмиссионной полосы.

Определены эквивалентная ширина ( $W_\lambda$ ) и лучевая скорость ( $V_r$ ) эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$ . Лучевые скорости определены совмещением прямых и зеркальных изображений эмиссионной полосы H $\alpha$ +HeII на уровне половинной интенсивности. Лабораторная длина волны этой эмиссионной полосы принималась как  $6562.816 \text{ \AA}$ .

Как отмечено выше, найдены 3 значения периодической переменности звезды HD192163:  $4^d.5$ ,  $0^d.45$  и  $0^d.31$ . Период  $4^d.5$  объясняется тесной двойственностью, а периоды  $0^d.45$  и  $0^d.31$  пульсацией звезды. Наши наблюдения не охватывают все фазы для периодов  $4^d.5$  и  $0^d.45$  и поэтому мы не смогли проверить наличие этих периодов. Однако наши данные позволили проверить переменность параметров ( $V_r$ ,  $W_\lambda$ ) эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  с периодом  $0^d.31$ .

В Табл.1 приведены определенные нами значения вышеуказанных параметров ( $W_\lambda$ ,  $V_r$ ) эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$ . Здесь во втором столбце даны юлианские даты середины экспозиции для каждой спектрограммы, в третьем - фаза вычисленная для периода  $P = 0^d.31$  (при вычислении фазы начальной эпохой считали  $JD_0 = 2445580.00$ , как в работе [13]), в четвертом и пятом столбцах значения  $W_\lambda$  и  $V_r$  соответственно.

На Рис.1 и Рис.2 приводится изменение значений  $W_\lambda$  и  $V_r$  эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  в зависимости от фазы периода  $0^d.31$  соответственно. На Рис.3 приводится изменение лучевой скорости эмиссионной линии  $\lambda 4060 \text{ \AA}$  с периодом  $0^d.31$  взятая из работы [12]. Отметим, что эмиссионная линия  $\lambda 4060 \text{ \AA}$  линия образуется слиянием линий NIV $\lambda 4060$  и NIII $\lambda 4110$ . Из Рис.1 и Рис.2 видно, что подтверждается пульсация звезды HD 192163 с периодом  $0^d.31$ .

Таблица 1

Определенные нами  $W_\lambda$  и  $V_r$  эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  в различных датах

№	JD2450000+...	Фаза	$W_\lambda$ (Å)	$V_r$ (км/с)
1	3563.397	0.89	149.21	-167.49
2	3569.330	0.03	150.16	-178.65
3	3574.351	0.23	140.76	-172.56
4	3588.306	0.25	140.75	-180.69
5	3591.326	0.99	125.71	-207.94
6	3597.274	0.17	141.20	-196.92
7	4338.206	0.28	172.52	-143.86
8	4338.221	0.33	164.10	-134.38
9	4338.237	0.38	160.70	-139.69
10	4338.252	0.43	171.45	-139.78
11	4338.267	0.47	172.83	-139.01
12	4338.281	0.52	158.62	-140.39
13	4338.301	0.58	172.87	-122.54
14	4338.317	0.64	183.38	-125.71
15	4338.332	0.68	183.73	-159.61
16	4338.348	0.74	173.16	-120.36
17	4348.217	0.57	168.15	-148.30

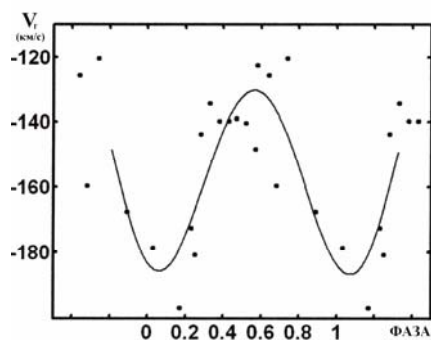


Рис.1. Изменение лучевой скорости эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  с фазой периода P = 0<sup>d</sup>.31.

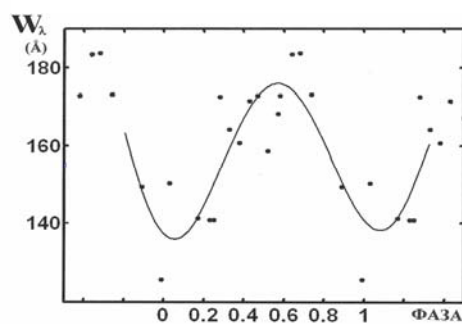


Рис.2. Изменение эквивалентной ширины эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  с фазой периода P = 0<sup>d</sup>.31.

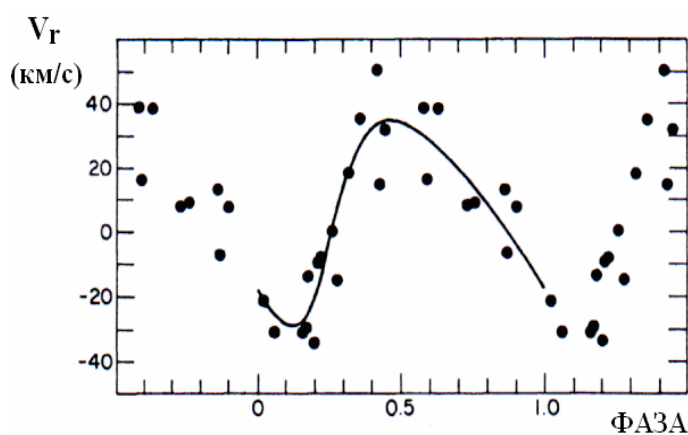


Рис.3. Изменение лучевой скорости эмиссионной линии  $\lambda 4060 \text{ \AA}$  с фазой периода P = 0<sup>d</sup>.31.

Основными выводами данной работы являются:

1. Анализ профилей эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  показал, что фиолетовое крыло (от  $\lambda = 6496 \text{ \AA}$  до  $\lambda = 6532 \text{ \AA}$ ) профиля является переменным.
2. Полученные нами значения лучевой скорости и эквивалентной ширины эмиссионной полосы HeII+H $\alpha$  изменяется с периодом 0<sup>d</sup>.31, что является подтверждением пульсации этой звезды с этим периодом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асланов А.А., Черепашук А.М. Письма в Астрон.журн.1981, 7, 482.
2. Антохин И.И., Асланов А.А., Черепашук А.М. Письма в Астрон.журн.1982, 8, 290.
3. Антохин И.И., Черепашук А.М. Письма в Астрон.журн. 1984, 10, 370.
4. Chu You-Hua Astrophys. J., 1983, 269, 202.
5. K.A. Van der Hucht, et all, Astron and Astrophys., 1988, 199, 217.
6. Masevitch A.G. et all, Astrophys. And Space Sci. 1976, 40, 115.

7. Van den Heuvel E.P.J. IAU Symp №73, 1976, 35.
8. Асланов А.А. и др. Каталог ТДС на поздних стадиях эволюции. М.: МГУ, 1989, 89.
9. Smith L.F. Mon.Not.Roy.Astr.Soc. 1968, 138, 109.
10. Кастор, Блерком (Castor J.I. and Van Blerkom D.), Astrophys.J., 1970, 161, 485.
11. Лозинская Т.А. Письма в Астрон.журн. 1980, 6, 350.
12. Koenigsberger G. et all. Rev.Mex.Astron.Astrofiz, 1980, 5, 45
13. Vreux J.M. et all. Astron and Astrophys., 1985, 149, 337.
14. Михайлов Х.М. и др. Цирк.ИАО . 2005, 109, 21
15. Hamann W.R. et all. Astron and Astrophys., 1994, 281, 184.
16. Галазутдинов Г.А. Препринт САО РАН, №92, 1992

**VOLF RAYE TIPLI HD 192163 ULDUZUNUN  
0.31 GÜNLÜK PULSASIYASI**

**J.N.RÜSTƏMOV**

**XÜLASƏ**

Volf-Raye tipli HD 192163 ulduzunun 2005-2007-ji illərdə AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2 metrlik teleskopunun Kasseqren fokusunda aparılan spektral müşahidələrinin təhlilinin nəticələri verilmişdir. Müşahidələr eşelle-spektrometri vasitəsi ilə aparılmış və tədqiq olunan ulduzun 24 spektrogramı alınmışdır. Bu spektrogramların DEJH-20 proqramı ilə tədqiqi nəticəsində HeII+H<sub>α</sub> şüalanma zolağının bənovşəyi qanadının ( $\lambda=6496$  E-dən  $\lambda=6532$  E-ə qədər) dəyişkənliyi və HD 192163 ulduzunun 0.31 günlük pulsasiyası aşkar edilmişdir.

**0.31 DAY PULSATION OF THE WOLF-RAYET TYPE STAR HD 192163**

**J.N.RUSTAMOV**

**SUMMARY**

Results of investigation of the emission band HeII+H<sub>α</sub> in the spectra of the Wolf-Rayet type star HD 192163 are presented. Observations carried out in 2005-2007 at 2-meter telescope of the Shamakha astrophysical observatory (ShAO) using eshelle-spectrometer. 24 high resolution spectrograms were obtained. Used DECH program for the analyze this spectrograms. Variability of the violet part of the emission band HeII+H<sub>α</sub> (from  $\lambda=6496$  Å to  $\lambda=6532$  Å) and pulsation of the star HD 192163 with the period of 0<sup>d</sup>.31 were revealed.