

## ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ЗВЕЗДЫ ТИПА ВОЛЬФА–РАЙЕ HD 192163

Д. Н. Рустамов

© 2009

*Шамахинская астрофизическая обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана  
P.O.Box N 153, Central Post Office, Baku, AZ-1000, Azerbaijan  
e-mail: janmamed@yahoo.com*

---

По 24 эшеле-спектрограммам с высоким спектральным разрешением, полученным в 2005–2007 гг. в фокусе Кассегрена 2-метрового телескопа Цейс-2000 Шамахинской астрофизической обсерватории (ШАО) им. Н. Туси НАН Азербайджана, исследованы профили эмиссионной полосы  $\text{He II} + \text{H}_\alpha$  в спектре звезды типа Вольфа–Райе HD 192163. Эшеле-спектрограммы обработаны с помощью программы DECH20. Определены эквивалентная ширина и лучевая скорость указанной эмиссионной полосы. Выявлено значительное отличие значений эквивалентных ширин и лучевых скоростей эмиссионной полосы  $\text{He II} + \text{H}_\alpha$  в 2005 и 2007 гг. Это может быть проявлением долговременных изменений звезды HD 192163.

---

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно [1], звезда HD 192163 является одиночной WN6-звездой, и в работе [2] эта звезда считалась стандартом подтипа WN6.

Хаман и др. [3] определили физические параметры звезды HD 192163:  $T_{\text{эф}} = 55 \text{ K}$ ,  $R = 6.4 R_\odot$ ,  $M = 10^{-3.84} M_\odot/\text{год}$ ,  $V_\infty = 1700 \text{ км/с}$ ,  $L = 10^{5.5} L_\odot$ . Согласно [3], атмосфера звезды HD 192163 состоит из 86.5% гелия, 12% водорода и 1.5% азота (по массе).

В спектральном атласе галактических звезд WR азотной последовательности [4] звезды WN подразделены на две группы: WN-s и WN-w. Эти группы звезд отличаются по интенсивностям эмиссионных линий. В спектрах звезд WN-s эмиссионные линии сильны (strong), а в спектрах звезд WN-w эмиссионные линии слабы (weak). В этом каталоге звезда HD 192163 отнесена к звездам WN-s. Присутствие водорода в атмосфере указывается буквой h. Итак, с учетом всех выявленных спектральных особенностей звезды HD 192163, спектральный подтип определяется как WN6-s(h), SB1.

Одной интересной особенностью звезды HD 192163 является то, что она находится в центре кольцевой туманности NGC 6888 и связана с нею [5]. Впервые переменность лучевых скоростей и профилей различных линий в спектре звезды HD 192163 с периодом  $4.5^d$  была обнаружена Кенигсбергером и др. [6] и затем подтверждена Аслановым и Черепашуком [7]. Полагалось, что звезда HD 192163 является тесной двойной системой с релятивистским компонентом. Согласно современным представлениям [8, 9], эти звезды должны иметь большие пространственные скорости, могут быть расположены на значительных расстояниях  $z$  от галактической плоскости и могут быть окружены кольцевыми туманностями. Как отмечено выше, звезда HD 192163 окружена кольцевой туманностью NGC 6888, однако расстояние от галактической плоскости для этой звезды меньше ( $z = +77 \text{ пк}$ ), чем для других звезд с предполагаемыми релятивистскими спутниками (например, для звезды с предполагаемым релятивистским спутником HD 197406,  $z = +869 \text{ пк}$  [10]). Пониженное значение  $z$  для звезды HD 192163 может быть объяснено тем, что при взрыве сверхновой в системе звезда HD 192163 выброшена не в перпендикулярном направлении к галактической плоскости.

Вро и др. [11] нашли более короткие ( $0.45^d$  и  $0.31^d$ ) периоды переменности для этой звезды и полагали, что эти периоды могут быть связаны с пульсацией этой звезды. Согласно Черепашуку [12], если этот результат подтвердится, не исключена возможность нерадиальных пульсаций звезды HD 192163, хотя тесная двойственность этой звезды также не исключается.

### НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКА СПЕКТРОГРАММ

Спектральные наблюдения звезды типа WR HD 192163 проведены в фокусе Кассегрена 2-метрового телескопа Цейс-2000 Шамахинской астрофизической обсерватории им. Н. Туси НАН Азербайджана в 2005–2007 гг. Применялся эшеле-спектрометр со светоприемником ПЗС-матрица с форматом

530×580 пикселей, спектральный диапазон  $\lambda\lambda 4000\text{--}7000 \text{ \AA}$ , спектральное разрешение  $R = 13\,600$  и отношение сигнала к шуму  $S/N \sim 100$ . Аппаратура наблюдений подробно описана в работе Микаилова и др. [13]. Получение и обработка ПЗС-изображений эшелле-спектрограмм осуществлялись с помощью пакета программ DECH20, разработанного в САО РАН Галазутдиновым [14]. Получены 24 эшелле-спектрограммы исследуемой звезды HD 192163 с высоким разрешением. Из этих 24 эшелле-спектрограмм десять получены в течение одной ночи (25 августа 2007 года) для исследования кратковременной спектральной переменности. В остальные даты получены по две эшелле-спектрограммы в течение каждой ночи. Время накопления для всех эшелле-спектрограмм – 20 минут. Кроме 10 эшелле-спектрограмм, полученных в течение одной ночи, все эшелле-спектрограммы усреднены. После этого получилось 17 эшелле-спектрограмм.

При наблюдении исследуемых объектов очень важное значение имеет изучение стабильности работающего комплекса телескоп–приемник. С целью выполнения таких исследований помимо спектров исследуемой звезды нами получены спектр стандартной звезды HD 189847, дневной спектр, темновой спектр, а также спектр плоского поля от лампы и спектр сравнения. В качестве спектра сравнения мы использовали солнечный спектр, полученный в светлое время дня до и после наблюдений. Для того, чтобы проводить измерения лучевой скорости, необходимо построить дисперсионную кривую с высокой точностью для каждого порядка. Для построения кривой дисперсии использовался спектр дневного излучения. Совмещением теллурических линий в спектре сравнения и в спектре звезды определены смещения в каждом порядке. Каталог длин волн с точностью  $\pm 0.0001 \text{ \AA}$  для солнечного спектра имеется в пакете программ обработки DECH20. Нахождение трех теллурических линий ( $\lambda 6547.693 \text{ \AA}$ ,  $\lambda 6548.622 \text{ \AA}$ ,  $\lambda 6552.627 \text{ \AA}$ ) в первом порядке позволило нам определить лучевую скорость эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  с высокой точностью, так как эмиссионная полоса He II+H $\alpha$  также находится в первом порядке. При определении лучевой скорости вводится гелиоцентрическая поправка, учитывающая движение Земли по орбите, ее суточное вращение и возмущающее действие Луны и больших планет Солнечной системы.

Определены эквивалентная ширина ( $W_\lambda$ ) и лучевая скорость ( $V_r$ ) эмиссионной полосы He II+H $\alpha$ . Лучевые скорости определены совмещением прямых и зеркальных изображений эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  на половинном уровне центральной интенсивности. Лабораторная длина волны этой эмиссионной полосы принималось как  $6562.816 \text{ \AA}$ . В программе DECH20 имеются три возможности определения эквивалентных ширин: прямое интегрирование; построение профиля ручным способом; метод Гаусса. Мы применяли метод прямого интегрирования для определения эквивалентных ширин.

Среднеквадратичные ошибки, определенные по стандартной звезде HD 189847: позиционных измерений –  $\pm 3 \text{ км/с}$ , эквивалентных ширин –  $\sim 10\%$ . Как отмечено выше, нахождение трех указанных теллурических линий в первом порядке позволило нам определить значения лучевой скорости эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  с высокой точностью.

Отметим, что исследование спектральной переменности эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  звезды HD 192163 с высоким спектральным разрешением проводится впервые.

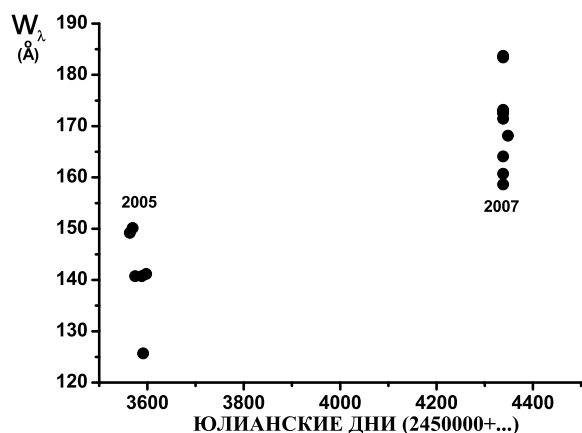


Рис. 1. Зависимость эквивалентной ширины эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  от юлианской даты

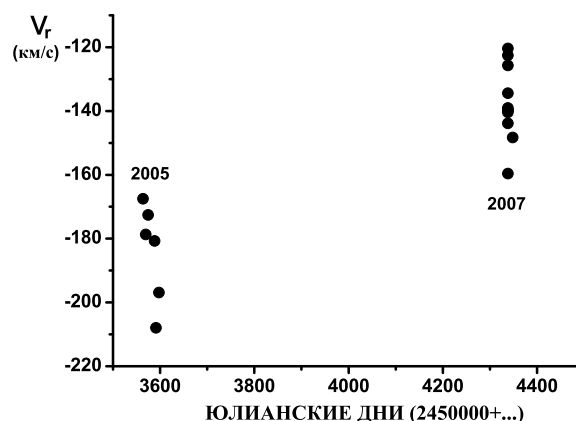


Рис. 2. Зависимость лучевой скорости эмиссионной полосы He II+H $\alpha$  от юлианской даты

## ОБСУЖДЕНИЕ

В спектре звезды HD 192163 эмиссионная линия  $H_{\alpha}$  сливается в одну полосу с линией He II  $\lambda$  6560, и эта полоса обозначается как He II+ $H_{\alpha}$ . Целью данной работы является исследование спектральной переменности этой эмиссионной полосы. На рис. 1 и 2 приведены зависимость эквивалентной ширины ( $W_{\lambda}$ ) и лучевой скорости ( $V_r$ ) эмиссионной полосы He II+ $H_{\alpha}$  от юлианской даты соответственно. Как видно из этих рисунков, значения  $W_{\lambda}$  и  $V_r$  в 2005 и 2007 гг. значительно отличаются. В пользу реальности этих изменений можем привести следующие аргументы: такие изменения не обнаруживаются в спектре стандартной звезды; в те же ночи, в которые я наблюдал, наблюдались и другие звезды другими наблюдателями, однако в этих звездах такие изменения также не выявлены. Следовательно, обнаруженное долговременное изменение эквивалентной ширины и лучевой скорости эмиссионной полосы He II+ $H_{\alpha}$  в спектре звезды HD 192163 является достоверным. Изменение такого характера выявлено в некоторых звездах типа Вольфа–Райе. Например, для звезды WR 140 = HD 193793 Моффат и др. [15] обнаружили переменность с периодом 7.9 лет. Для звезды HD 192163 наличие долговременных изменений обнаруживается впервые.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено наличие долговременных изменений эквивалентной ширины и лучевой скорости эмиссионной полосы He II+ $H_{\alpha}$  в спектре звезды типа Вольфа–Райе HD 192163.

- [1] *Smith L. F.* A revised spectral system and a new catalogue for galactic WR stars // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* – 1968. – **138**. – P. 109–121.
- [2] *Castor J. I., van Blerkom D.* Excitation of He II in WR envelopes // *Astrophys. J.* – 1970. – **161**. – P. 485–502.
- [3] *Hamann W. R., Wessolowski U., Koesterke L.* Non-LTE spectral analyses of Wolf-Rayet stars: the nitrogen spectrum of the WN6 prototype HD 192163 (WR136) // *Astron. and Astrophys.* – 1994. – **281**. – P. 184–198.
- [4] *Hamann W. R., Koesterke L., Wessolowski U.* Spectral atlas of the Galactic Wolf-Rayet stars (WN sequence) // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.* – 1995. – **113**. – P. 459–471.
- [5] *Лозинская Т. А.* Кольцевые туманности вокруг звезд Вольфа–Райе: Волокна и диффузная среда в NGC 6888 // *Письма в Астрон. журн.* – 1980. – **6**. – С. 350–355.
- [6] *Koenigsberger G., Firmani C., Bisiacchi G. F.* Spectral variations of HD 192163 // *Rev. Mex. Astron. Astrofis.* – 1980. – **5**. – P. 45–49.
- [7] *Асланов А. А., Черепашук А. М.* HD 192163 – возможная двойная звезда Вольфа–Райе с релятивистской компонентой // *Письма в Астрон. журн.* – 1981. – **7**, № 8. – С. 482–488.
- [8] *de Loore C.* The evolution of massive stars – the production of binary WR stars // *IAU Symp. N 99.* – 1982. – P. 343–358.
- [9] *Асланов А. А., Колосов Д. Е., Липунова Н. А. и др.* Каталог тесных двойных звезд на поздних стадиях эволюции. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 240 с.
- [10] *Drissen L., Lamontagne R., Moffat A. F. J., et al.* Spectroscopic and polarimetric parameters of the runaway WN7 binary system HD 197406: is the secondary an x-ray-quiet black hole? // *Astrophys. J.* – 1986. – **304**. – P. 188–200.
- [11] *Vreux J. M., Andrillat Y., Gosset E.* HD 192163 variability revisited: a very short period WR binary or a pulsating star? // *Astron. and Astrophys.* – 1985. – **149**. – P. 337–342.
- [12] *Черепашук А. М.* Двойные системы на стадии вторичного обмена масс: системы WR + компактный спутник и объект SS 433. Звезды типа Вольфа–Райе и родственные им объекты // *Материалы Всесоюзного совещания / Под ред. Т. Нугиса и С. Пустильника.* – Таллин, 1988. – С. 251.
- [13] *Микаилов Х. М., Халилов В. М., Алекберов И. А.* Эшелле-спектрометр фокуса кассегрена 2-х метрового телескопа ШАО НАН Азербайджана // *Циркуляр ШАО.* – 2005. – **109**. – С. 21–38.
- [14] *Галазутдинов Г. А.* Обработка астрономических спектров в ОС Windows с помощью программ DECH // *Препринт САО РАН.* – 1992. – № 92.
- [15] *Moffat A. F. J., Lamontagne R., Williams P. M., et al.* An eight-year spectroscopic orbit for the WC7 + O4 Wolf-Rayet binary HD 193793 – Toward solving the mystery of the infrared outbursts // *Astrophys. J.* – 1987. – **312**. – P. 807–811.