ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ЗВЕЗДЫ ТИПА ВОЛЬФА–РАЙЕ HD 192163

Д. Н. Рустамов

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 He II+H$_\alpha$ в спектре звезды типа Вольфа–Райе HD 192163. Эшеле-спектраграммы 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 He II+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: $T_{эф} = 55$ K, $R = 6.4\,R_\odot$, $M = 10^{-3.84} M_\odot$/год, $V_\infty = 1700$ 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 Черепащуком [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 ($z = +77$ пк), чем для других звезд с предполагаемыми релятивистскими спутниками (например, для звезды с предполагаемым релятивистским спутником HD 197406, $z = +869$ 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 Черепащуку [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 пикселов, спектральный диапазон $\lambda\lambda$ 4000–7000 Å, 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 эшеле-спектрограмм осуществлялись с помощью пакета программ DECH20, разработанного в САО РАН Галазутдиновым [14]. Получены 24 эшеле-спектрограммы исследуемой звезды HD 192163 с высоким разрешением. Из этих 24 эшеле-спектрограмм десять получены в течение одной ночи (25 августа 2007 года) для исследования кратковременной спектральной переменности. В остальные даты получены по две эшеле-спектрограммы в течение каждой ночи. Время накопления для всех эшеле-спектрограмм – 20 минут. Кроме 10 эшеле-спектрограмм, полученных в течение одной ночи, все эшеле-спектрограммы усреднены. После этого получилось 17 эшеле-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 ± 0.0001 Å для солнечного спектра имеется в пакете программ обработки DECH20. Нахождение трех теллурических линий (λ 6547.693 Å, λ 6548.622 Å, λ 6552.627 Å) 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_λ) 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 Å. 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 – ± 3 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.

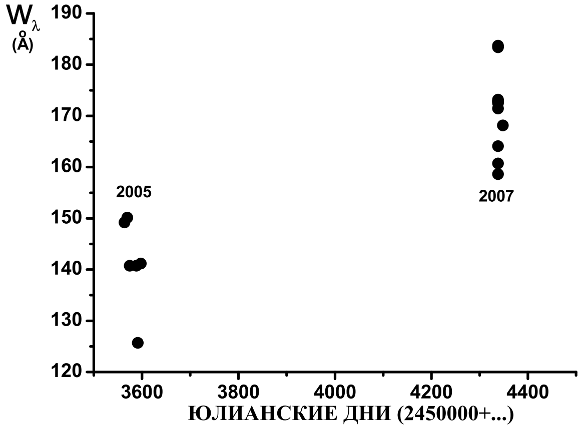

Рис. 1. Зависимость эквивалентной ширины эмиссионной полосы He II+H$_\alpha$ от юлианской даты

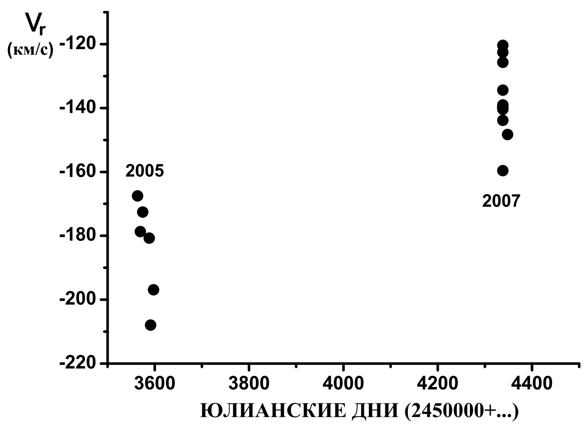

Рис. 2. Зависимость лучевой скорости эмиссионной полосы He II+H$_\alpha$ от юлианской даты

ОБСУЖДЕНИЕ

В спектре звезды HD 192163 эмиссионная линия H_α сливается в одну полосу с линией He II λ 6560, и эта полоса обозначается как He II+H_α. Целью данной работы является исследование спектральной переменности этой эмиссионной полосы. На рис. 1 и 2 приведены зависимость эквивалентной ширины (W_λ) и лучевой скорости (V_r) эмиссионной полосы He II+H_α от юлианской даты соответственно. Как видно из этих рисунков, значения W_λ 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_α 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_α 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., Черепащук 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] *Черепащук 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.