

УДК 524.3-13+524.3-355

**А. Р. Гасанова, А. М. Халилов, Я. М. Магеррамов**

Шамахинская астрофизическая обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана  
пос. Ю. Мамедалиева, Шамахинский район, Азербайджан  
meherremov\_yanos@mail.ru

### **Исследование спектральных линий H и дублета натрия Na D в спектре звезды post-AGB HD 161796**

*На основе спектрограмм, полученных на 2-м телескопе Шамахинской астрофизической обсерватории НАН Азербайджана, исследованы изменения профиля линии H и дублета натрия Na D в спектре звезды HD 161796. Оказалось, что лучевая скорость, эквивалентная ширина профиля линии H, а также эквивалентная ширина дублета натрия изменяются синхронно с изменениями амплитуды кривой блеска V, которые происходят с известным периодом P = 62 сут. Изменения лучевой скорости линии D<sub>2</sub> дублета натрия (Na I 588.9953 нм) происходят в противофазе с изменениями кривой блеска V, лучевой скорости линии H, а также эквивалентных ширин линий H и D<sub>2</sub>.*

*ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ЛІНІЙ H І ДУБЛЕТУ НАТРІЮ NA D У СПЕКТРІ ЗІРКИ POST-AGB HD 161796, Гасанова А. Р., Халілов А. М., Магеррамов Я. М. — На основі спектрограм, отриманих на 2-м телескопі Шамахінської астрофізичної обсерваторії НАН Азербайджану, досліджено зміни профілю лінії H і дублету натрію Na D у спектрі зірки HD 161796. Виявилось, що променева швидкість, еквівалентна ширина профілю лінії H, а також еквівалентна ширина дублету натрію змінюються синхронно із змінами амплітуди кривої блиску V, які відбуваються з відомим періодом P = 62 діб. Зміни променевої швидкості лінії D<sub>2</sub> дублету натрію (Na I 588.9953 нм) відбуваються у протифазі із змінами кривої блиску V, променевої швидкості лінії H, а також еквівалентних ширин ліній H і D<sub>2</sub>.*

*INVESTIGATION OF SPECTRAL LINE H AND DOUBLET OF SODIUM Na D IN A SPECTRUM OF THE STAR post-AGB HD 161796, by Hasanova A. R., Khalilov A. M., Maharramov Ya. M. — Some variability of a profile of the line H and doublet of sodium Na D in a spectrum of the star*

*HD161796 are investigated on the basis of the spectrograms obtained at the two-metre telescope of the Shamakhy Astrophysical Observatory (ShAO). It turns out that values of radial velocities, equivalent width of the profile of the line H $\gamma$ , and equivalent width of a doublet of sodium vary synchronously with changes of the amplitude of light curve  $V$  which occur with the known period  $P = 62$  days. The changes of radial velocity of the D $_2$  line of the sodium doublet (Na I,  $\lambda = 588.9953$  nm) occur in an antiphase to changes of the light curve  $V$ , radial velocity of line H $\gamma$ , and equivalent widths of the H $\gamma$  and D $_2$  lines.*

## ВВЕДЕНИЕ

Как показывают наблюдения, сверхгиганты классов светимости Ia — Ib обнаруживают переменность блеска, лучевых скоростей, дифференциальные систематические смещения спектральных линий различных атомов и ионов, а также переменность интенсивностей и контуров спектральных линий. В частности, недостаток систематических наблюдательных данных не позволяет выбрать тот или иной механизм генерации пульсаций и нестационарности атмосфер. В связи с этим представляет большой интерес детальное исследование переменности профилей линий H $\gamma$  и дублета натрия Na D в спектре сверхгиганта HD 161796 как со временем, так и с глубиной.

По данным [5] звезда HD 161796 = V 814 Her, спектральный класс F3 Ib,  $m_v = 7.01^m$ , является самым ярким примером звезд типа UU Herculis [18, 19]. Абсолютная звездная величина, по разным оценкам, находится в интервале  $-6.3...-9^m$  [4]. Звезда расположена на галактической широте  $b = +30.66^\circ$ , галактической долготы  $l = 77.13^\circ$  [14] и на расстоянии от галактической плоскости  $z = 3.9$  кпк [20]. Высокоширотные сверхгиганты интересны тем, что не ясно, являются ли они молодыми массивными сверхгигантами, которые каким-то образом достигли большого расстояния от Галактической плоскости, или это старые звезды малой массы. HD 161796 ведет себя как пульсирующая переменная звезда. Звезда с нерегулярной и очень маленькой амплитудой изменяет блеск, значения лучевой скорости, интенсивность и вид контуров спектральных линий, а также некоторые другие параметры.

В работе [21] на основе материала IRAS для 100-мкм диапазона и карты IRAS показано, что вокруг HD 161796 имеется околосвёздная сферически-симметричная оболочка. Эта оболочка распространяется приблизительно на 400 а.е. На основе изображения определена полная структура оболочки в различные эпохи и построена модель, в которой оболочка состоит из трех слоев, представляющих различные эпохи потери массы.

Наиболее удаленный слой холодной пыли ( $\sim 20$  K) соответствует части оболочки, созданной на самой ранней стадии потери массы AGB, когда звездный ветер был сферически-симметричным. Эта хо-

лодная сферическая околозвёздная оболочка образовалась в результате потери массы звезды в фазе AGB примерно  $2 \cdot 10^5$  лет назад. Самый внутренний слой пыли — теплый и соответствует той части оболочки, которая образовалась в результате произошедшей в экваториальной области осесимметричной или тороидальной потери массы в конце фазы AGB. Кроме того, середина слоя, замеченного в пыли, соответствует одной специфичной эпохе, во время которой геометрия оболочки преобразовывается от сферической до осесимметричной (тороидальной) симметрии.

В работе [13] показано, что внутренняя структура оболочки несферическая, и высказано предположение что она развилась в течение последних 500 лет перед потерей массы и была закончена почти 300 лет назад. В работе [15] на основе фотометрических наблюдений, полученных на ИСЗ IRAS на длинах волн 12, 25, 60 и 100 мкм, обнаружены значительные ИК-избытки в дальнем ИК-диапазоне, свидетельствующие о существовании пылевых оболочек вокруг этой звезды массой не менее  $10^{-3} M_{\odot}$ . Отмечается, что HD 161796 достаточно далеко продвинулась по асимптотической ветви гигантов непосредственно перед образованием ППТ (протопланетарной туманности).

В работе [16] на спектрограммах, полученных с помощью ИСЗ IUE (диапазон 115—320 нм, разрешение 0.6 нм), не было обнаружено избытка УФ-излучения, указывающего на наличие горячего вырожденного компонента.

В работе [8] в 1980—1981 гг. анализировались электрофотометрические наблюдения сверхгиганта HD 161796 в полосах *UBVRI*, а также спектрограммы с дисперсиями 1.2, 1.5 и 1.6 нм/мм. В результате были получены: лучевые скорости  $V_r = 47 \dots 58$  км/с с погрешностью  $\pm 1 \dots 1.5$  км/с, величины  $M_v = 7.2 \dots 9$ , эмпирические массы  $M = (14 \dots 24) M_{\odot}$ , радиусы  $R = (144 \dots 329) R_{\odot}$ , пульсационные константы  $Q_p = 0.041 \dots 0.054$ , характерные времена переменности. Было отмечено, что изменения происходят из-за радиальных пульсаций. Обнаружено изменение периода пульсаций HD 161796 от  $43^d$  в 1981 г. до  $62^d$  в 1982 г.

В 1980 г. на основе фотоэлектрических *UBVRI*-наблюдений HD 161796 была обнаружена малоамплитудная ( $V = 0.08^m$ ) синусоидальная переменность с периодом  $43^d$  [6]. Кроме того, были получены значения параметров  $R = 246 R_{\odot}$ ,  $T_{\text{эф}} = 6300$  К,  $\lg L/L_{\odot} = 4.93$ ,  $M_{\text{bol}} = 7.6^m$  и расстояние до этой звезды  $r = 8.3$  кпк.

В работе [12] был определен средний период кривой блеска  $P = 43.37^d$ . Обнаружена вероятная переменность блеска V814 Her с характерным временем более  $4000^d$  и амплитудой  $V = 0.1^m$ . Указывается на возможный источник долговременной переменности — оболочку. В работе [22] для радиальной скорости HD 161796 получено 55-сут периодические изменения.

В работе [17] приводятся качественные соображения, показывающие, что желтые сверхгиганты с переменностью типа UU Her, наб-

людаемые на больших галактических широтах, образовались в галактическом диске и перешли в гало в результате прохождения через диск шаровых скоплений при их движении вокруг центра Галактики. Оценивается общее число таких звезд в гало ( $\sim 10^8$ ).

## НАБЛЮДЕНИЯ И ИХ ОБРАБОТКА

Спектральные наблюдения звезды HD161796 были выполнены в каскадном фокусе 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана с применением эшелле-спектрометра, собранного на базе спектрографа UAGS [3]. В качестве приемника излучения была использована ПЗС-матрица (530 580 пкл). Был использован спектральный диапазон

480—660 нм, спектральное разрешение  $R = 15000$ , дисперсия — 1.05 нм/мм. В каждую наблюдательную ночь было получено 2-3 спектра звезды. При соотношении сигнала к шуму  $S/N = 150$  средняя экспозиция составила 15—20 мин в зависимости от качества изображения. Быстрые изменения в течение ночи не были обнаружены. Поэтому профили, полученные в одну или последовательные ночи, но не показывающие изменения, усреднялись.

Для построения дисперсионных кривых был использован спектр дневного света. Для ежедневного контроля за смещением нуля-пункта в спектрометре были получены спектры стандартных звезд. После первичной стандартной обработки *fts*-изображений, файлы приводятся в 100-формат, и выполняется измерение спектральных параметров отдельных линий.

Были измерены эквивалентные ширины, лучевые скорости и остаточные интенсивности  $r$  спектральных линий H I, H I и дублета Na I 589.0 нм и Na I 589.6 нм. Результаты измерений приведены в табл. 1 и 2. Для выполнения наблюдений и редукции применялся пакет программ DECH20t, разработанный в работе [1]. Здесь мы приводим результаты наблюдений в 2004—2010 г., а также используем данные [7, 10, 11]. Средняя ошибка определения эквивалентных ширин составила 5 %. Ошибка измерения лучевой скорости не превышает  $\pm 2$  км/с. Все лучевые скорости приведены к Солнцу. На рис. 1 приведены профили линии H I по всем спектрам.

Отметим, что в работах [7, 10, 11] не были определены все параметры профиля линии H I. Однако в этих работах, кроме некоторых параметров линии H I, представлены также профили этой линии и спектральная область  $\lambda = 654\text{...}658$  нм. Поэтому, используя данные по спектрам из этих работ, мы определили дисперсию и другие параметры линии H I (лучевые скорости  $V_r$ , эквивалентные ширины  $W$  и центральные интенсивности  $r$ ). Полученные результаты не показывают существенных систематических отличий от наших данных.

**Таблица 1. Параметры линий H $\alpha$  и H $\beta$  в спектре звезды HD 161796**

Дата наблюдения JD 2400000+	H $\alpha$		H $\beta$	
	$V_r(R/2)$ , км/с	$W$ , нм	$V_r(R/2)$ , км/с	$W$ , нм
53236.46	51	0.082	—	—
53569.24	54	0.096	60	0.2941
55384.23	53	0.127	77	0.2946
55387.24	51	0.136	80	0.2951
5539.23	54	0.115	73	0.2952
55442.20	55	0.115	74	0.231
53237.00	50	Данные [9] 0.0996	—	—
45569.00	52.2	Данные [10] 0.1211	—	—
44507.535	47.2	Данные [7] 0.122	—	—
44509.536	52.3	0.099	—	—
44684.692	51.2	0.1574	—	—
44724.728	58.2	0.1348	—	—
44732.615	47.4	0.142	—	—
44757.653	53.0	0.136	—	—
44831.668	52.6	—	—	—

**Таблица 2. Значения лучевых скоростей и эквивалентных ширин  $W$  дублета натрия Na D**

Дата наблюдения JD 245+	Na I (D $_2$ ) 588.9953			Na I (D $_1$ ) 589.5923		
	$V_r(R/2)$ , км/с	$V_r$ , км/с	$W$ , нм	$V_r(R/2)$ , км/с	$V_r$ , км/с	$W$ , нм
3236.46	55.8	61.2	0.084	58.4	60.3	0.071
3569.24	42.3	47.5	0.084	44.6	46	0.065
5384.23	50.5	55	0.094	52.7	53	0.081
5387.24	46.4	49.2	0.110	49.5	50.7	0.090
5397.23	48.8	56.4	0.088	53.8	57.9	0.077
5442.20	50.7	52.1	0.088	51.8	52.7	0.071

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

**Переменность профиля линии H $\alpha$ .** Известно, что изучение водородных линий играет важную роль в исследовании переменности звёздных атмосфер. На рис. 1 показаны профили линии H $\alpha$  в остаточных интенсивностях. Видно, что центральные области ( $\lambda = 655.9... 656.5$  нм) профиля линии H $\alpha$  и другие параметры линии H $\alpha$ , изменяются. Правое и левое крыло линии H $\alpha$ , при значениях  $r < 0.8$  изменяются в зависимости от времени. Изменения профиля происходят в течение недели и месяцев. В спектрах, полученных 18.08.2004 г. и 17.07.2005 г., остаточная интенсивность красного крыла больше, чем интенсивность фиолетового крыла на 0.03 и 0.04 соответственно. Однако 06.07.2010 г. красное и фиолетовое крылья профиля линии H $\alpha$  не

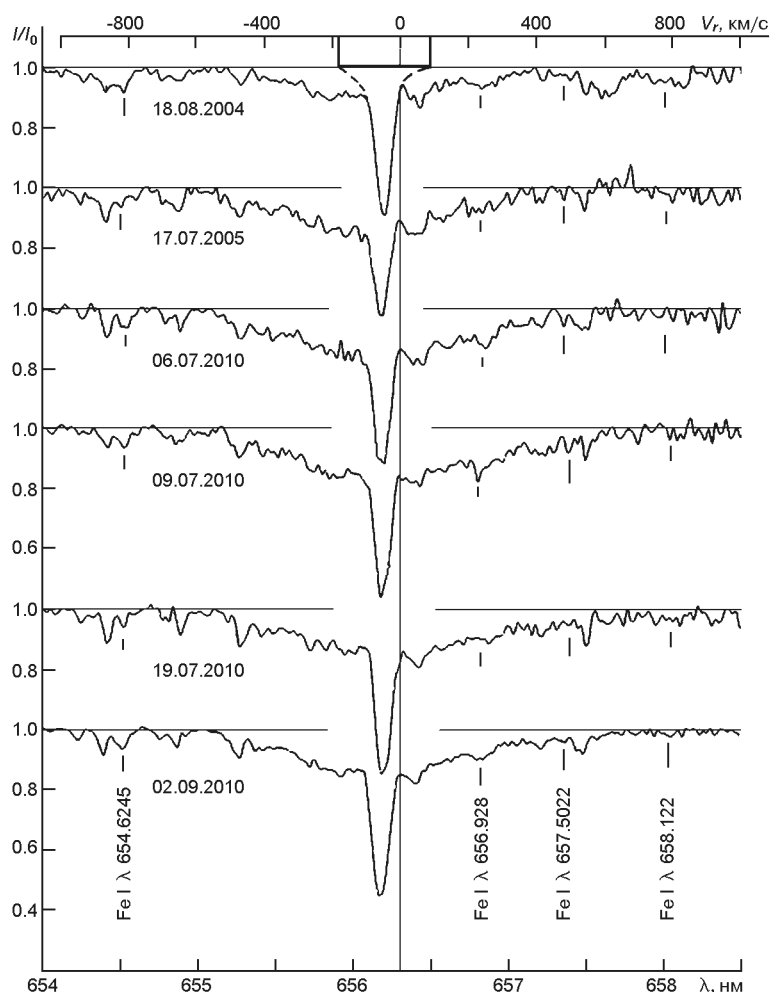


Рис. 1. Профили линии H $\gamma$  в спектре звезды HD 161796 в разные даты наблюдений

отличались друг от друга. Из рис. 1 видно, что в спектрах, полученных между 06.07.2010 г. и 02.09.2010 г., интенсивность красного крыла профиля линии H $\gamma$  усиливается. Наши исследования показали, что в спектре звезды HD 161796 профили линии H $\gamma$ , полученные между 06.07.2010 г. и 02.09.2010 г., указывают на существенные изменения в околосвѣздной оболочке, которые происходят за короткое время, в течение нескольких месяцев и меньше.

В наших наблюдениях нам удалось проследить все стадии образования различий интенсивностей красного и фиолетового крыльев профиля линии H $\gamma$  от возникновения до полного исчезновения. Отметим, что крылья линии H $\gamma$  при  $r > 0.8$  выглядят достаточно нормально.

Предполагается, что в центре абсорбции линии H $\gamma$  ( $\lambda = 655.9...656.5$  нм) имеется эмиссионный компонент. По исследованиям Ферро [7] эта эмиссия влияет в основном на красное крыло, а скорость этого эмиссионного компонента равна 25 км/с. Эта эмиссия образуется в

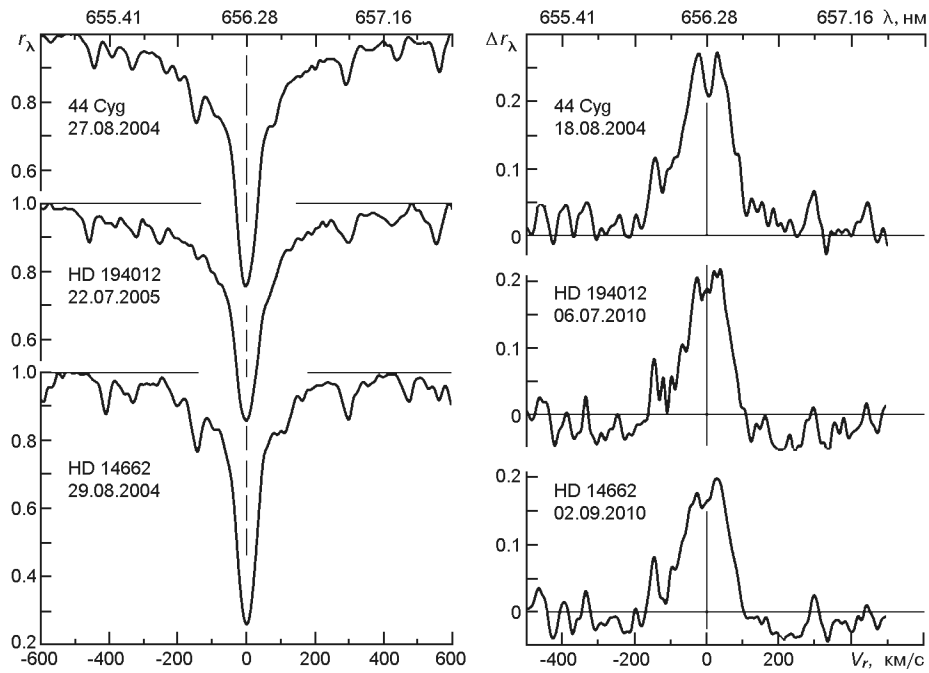


Рис. 2. Профили  $r$  линии H в спектрах звезд-сверхгигантов 44 Cyg, HD 194012 и HD 14662, а также разности  $r$ , полученные путем вычитания этих профилей из профилей линии H, наблюдаемых в различных фазах переменности звезды HD161796

околозвёздном (горячем) газе или в расширенной оболочке. Показано, что этот газ двигается к поверхности звезды ([7], рис. 2).

Для выяснения изменений и структуры эмиссионного компонента мы взяли три спектра HD 161796, полученных в различных фазах переменности. Для сравнения также выбрали спектры трех сверхгигантов — 44 Cyg (F5 Iab), HD 194012 (F8 V, F8 Ib) и HD 14662 (F7 Ib). Профили  $r$  линии H в этих звездах показаны на рис. 2. Также мы вычислили средний профиль линии H, наблюдаемый в спектрах этих звезд. Затем мы вычли из профиля линии H, наблюдаемого в спектре HD 161796, средние профили линии H указанных звезд. Разница  $r$  также показана на рис. 2. Во всех случаях вычитание показывает, что профили эмиссии, в отличие от результатов [7], не смещены относительно центра абсорбционного компонента линии H ( $V_r = \pm 4$  км/с). Видно, что все эти профили почти симметричны.

В спектре звезды HD 161796 в области линии H нам удалось отождествить некоторые линии железа. Более тонкие изменения, происходящие в рамках более коротких периодов времени, можно проследить также в линиях Fe I 654.6245 и 656.928 нм.

Предполагаем, что полученные результаты изменения профиля и спектральных параметров линии H, а также других спектральных линий, наблюдаемых в спектре звезды HD161796, связаны с околозвездной оболочкой, а также с пульсациями звезды.

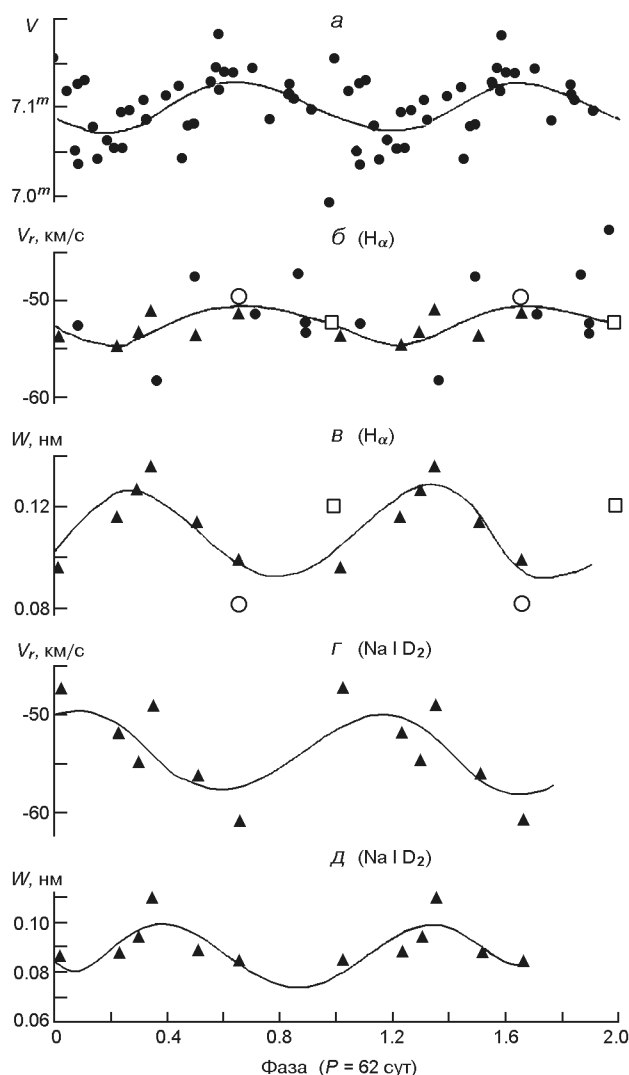


Рис. 3. Изменения з фазой (начальная эпоха JD 2444701.8008,  $P = 62$  сут): *a* — блеска  $V$  звезды HD161796 по данным [8], *б, в* — лучевой скорости  $V_r$  и эквивалентной ширины  $W$  по линии H $\alpha$ , *г, д* — то же по дублету натрия Na I 588.9953 нм. Средние кривые аппроксимированы полиномом 6-й степени (треугольники — наши данные, точки — [7, 8], кружки — [9], квадратики — [10])

Как было отмечено выше, переменность профиля линии H $\alpha$  происходит в основном в области  $\lambda = 655.9 \dots 656.5$  нм. Поэтому для выявления переменности и объяснения ее природы мы измеряли эквивалентные ширины линии в этой области, которая указывается в верхней части рис. 1 жирными линиями, а экстраполяция крыльев линии (профиля) — штриховыми.

На рис. 3 наши результаты, полученные для профилей линии H $\alpha$ , лучевой скорости и эквивалентной ширины, сравниваются с кривой блеска  $V$  [8]. Начальная эпоха выбрана JD 2444701.8008,  $P = 62$  сут. Из рис. 3, *б, в* видно, что лучевая скорость и эквивалентная ширина изме-



няются. Эти изменения происходят синхронно с изменениями кривой блеска  $V$  с периодом  $P = 62$  сут [8] (рис. 3, *a*). Однако периодическое изменение эквивалентной ширины с периодом  $P = 62$  сут происходит со смещением в 0.1 фазы относительно блеска и лучевой скорости. Отметим, что амплитуда лучевой скорости изменяется на  $V = \pm 5.5$  км/с, а эквивалентная ширина  $W = \pm 0.038$  нм.

Полученные значения параметров линии H приведены в табл. 1. Видно, что лучевая скорость и эквивалентная ширина линии H переменны. По результатам малочисленных наблюдений мы не нашли периодических изменений.

**Дублет натрия Na I 589.0 нм ( $D_2$ ) и Na I 589.6 нм ( $D_1$ ).** В спектре звезды HD 161796 кроме водородных линий также были исследованы линии поглощения дублета натрия Na D. Обе линии дублета в спектре HD 161796 имеют сложную структуру.

Известно, что линии поглощения Na I 589.0 и 589.6 нм являются в основном межзвездными линиями, т. е. формируются в межзвездной среде. Поэтому их профили должны быть симметричными. Асимметрия этих профилей является аргументом в пользу вклада других источников в формирование линий.

Исследования оптических спектров этой звезды, а также других post-AGB-звезд [2, 10], указывают на то, что в формирование дублета натрия Na D, кроме звезды, могут вносить вклад оболочка вокруг этой звезды и межзвездная среда. К сожалению, из-за малого разрешения эти компоненты мы не смогли выявить.

Во всех полученных нами эшеле-спектрограммах наблюдается асимметрия красных крыльев линий. Поэтому для выявления асимметрии мы совместили фиолетовое крыло этих линий с гауссовым профилем. На рис. 4 штриховой линией показано совмещение красного крыла с гауссовым профилем.

Лучевые скорости исследуемых линий определены совмещением прямых и зеркальных изображений указанных линий поглощения на уровне половины глубины  $V_r(R/2)$ , а также по центрам профилей  $V_r$ . Лабораторные длины волн принимались равными  $\lambda = 588.9953$  и

589.5923 нм соответственно. Определенные нами значения лучевых скоростей и эквивалентных ширин  $W$  приведены в табл. 2. Видно, что лучевые скорости и эквивалентные ширины линий поглощения Na I 589.0 и 589.6 нм в спектре звезды HD 161796 изменяются.

На рис. 3 наши результаты, полученные для профилей линий дублета натрия Na D, лучевой скорости и эквивалентной ширины, сравниваются с кривой блеска  $V$  [8] и параметрами профиля линии H ( $V_r$  и  $W$ ). Из рис. 3, *з*, *д* видно, что лучевая скорость и эквивалентная ширина изменяются. Изменение эквивалентной ширины происходит синхронно с изменениями кривой блеска  $V$ , которые происходят с периодом  $P = 62$  сут [8] (рис. 3, *a*). Однако периодическое изменение эквивалентной ширины происходит со смещением в 0.1 фазы относительно блеска, а изменение лучевой скорости  $V_r$  линии  $D_2$  происходит в про-

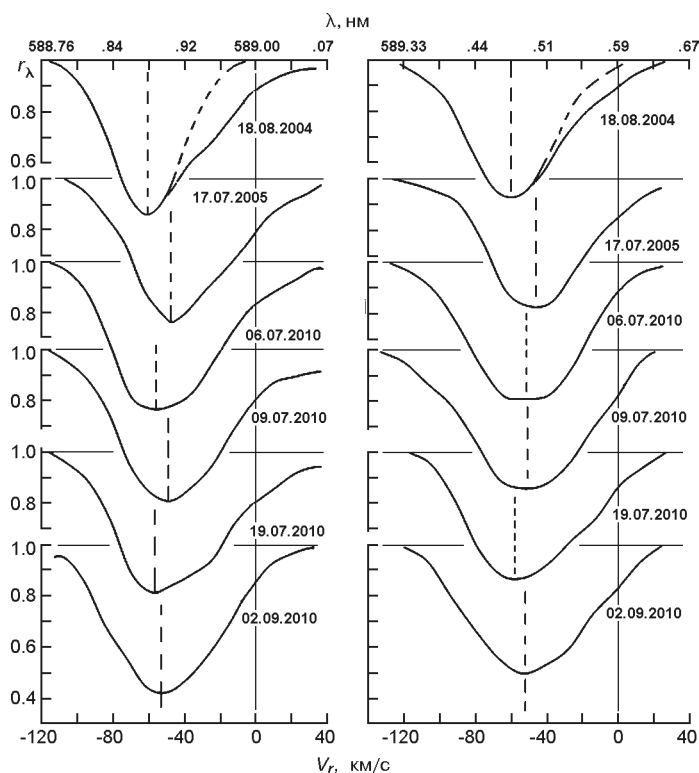


Рис. 4. Дублет натрия Na I 589.0 нм и Na I 589.6 нм (штриховая линия — гауссов профиль)

тивофазе с изменениями кривой блеска  $V$ , лучевой скорости линии H , а также эквивалентных ширин линии H и Na I 588.9953 нм ( $D_2$ ). Отметим, что амплитуда лучевой скорости изменяется на  $V = \pm 6.9$  км/с, а эквивалентная ширина — на  $W = \pm 0.013$  нм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнительного анализа профилей линии поглощения H в спектре звезды HD 161796 на основе полученных нами спектров в 2004—2010 г. и опубликованных до 1980 г. данных можно прийти к следующим выводам.

1. Все измеренные параметры профилей линии H , H , и  $D_2$  Na I в спектре HD 161796, показывают переменность в течение нескольких месяцев и меньше.

2. Найдено, что значения лучевой скорости линии H , а также эквивалентные ширины линии H и линии дублета натрия  $D_2$  Na I 588.9953 нм изменяются. Эти изменения происходят синхронно с изменениями кривой блеска  $V$ , которые происходят с периодом  $P = 62$  сут, обнаруженным Ферро [8].

3. Изменение лучевой скорости  $V_r$  линии  $D_2$  происходит в противофазе с изменениями кривой блеска  $V$ , лучевой скорости линии  $H$ , а также с эквивалентными ширинами линий  $H$  и  $D_2$  дублета натрия,  $\text{Na I } 588.9953 \text{ нм}$ .

4. На основе результатов [21] предполагаем, что эти изменения связаны с околозвездной оболочкой, а также с пульсациями звезды.

Отметим, что аналогичные изменения в противофазе профилей линий  $H$  и дублета натрия выявлены в работе [9] для сверхгиганта Большого Магелланова Облака  $\text{RM}_1\text{-667}$ . По-видимому, можно говорить о некоторой группе звезд сверхгигантов, проходящих схожий путь эволюции за сравнительно малое, с точки зрения эволюции звезд, время.

1. *Галазутдинов Г. А.* Система обработки звездных эшелле-спектров. 1. Обработка изображений. 2. Обработка спектров. Нижний Архыз, 1992. 52 с. (Препринт / Спец. астрофиз. обсерватория РАН; № 92).
2. *Клочкова В. Г.* Обнаружение линий тяжелых металлов в спектре околозвездной оболочки post-AGB звезды // Письма в астрономическом журнале. 2009. **35**, № 7. С. 507–515.
3. *Микаилов Х. М., Халилов В. М., Алекберов И. А.* Эшелле-спектрометр фокуса касегрена 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана // Циркуляр Шемахин. астрофиз. обсерватории. 2005. № 109. С. 21–29.
4. *Bartkevicius A.* Catalogue of population II A-F supergiants — UU Herculis and related stars // Baltic Astron. 1992. **1**. P. 194–215.
5. *Fernie J. D.* Photometric data for 139 supergiants // Astron. J. 1972. **77**. P. 150–151.
6. *Fernie J. D.* Pulsational mode switching in HD 161796 // Astrophys. J. 1983. **265**. P. 999–1004.
7. *Ferro A. A.* H profile variations in variable luminous yellow supergiants // Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica. 1985. **11**. P. 113–120.
8. *Ferro A. A.* Periodicity and pulsational mode of five bright yellow supergiants // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc. 1985. **216**. P. 571–587.
9. *Gopka V., Shavrina A., Vasilyeva S., et al.* Preliminary study of red supergiant  $\text{RM}_1\text{-667}$  in the Large Magellanic Cloud // Odessa Astron. Publ. 2012. **25**. P. 64–65.
10. *Kipper T.* Optical spectrometry of the post-AGB star HD 161796 // Baltic Astron. 2007. **16**. P. 191–198.
11. *Luck R. E., Bond H. E., Lambert D. L.* Chemical compositions of four high-latitude A-F supergiants // Astrophys. J. 1990. **357**. P. 188–203.
12. *Mantegazza L., Antonello E., Poretti E.* The UU Herculis star HD 161796 // Astron. and Astrophys. 1989. **208**. P. 91–97.
13. *Meixner M., Ueta T., Bobrowsky M., Speck A. K.* Two subclasses of proto-planetary nebulae: model calculations // Astrophys. J. 2002. **571**. P. 936–946.
14. *Molina R. E.* An approach to effective temperature and surface gravity in post-AGB and RV Tauri stars in the near-IR region // Rev. mex. astron. y astrofis. 2012. **48**. P. 95–107.

15. *Parthasarathy M., Pottasch S. R.* The far-infrared (IRAS) excess in HD 161796 and related stars // *Astron. and Astrophys.* 1986. **154**, N 1. P. 16–19.
16. *Parthasarathy M., Pottasch S. R., Wamsteker W.* IUE observations of high galactic latitude F supergiants HD 161796 and HD 187885 // *Astron. and Astrophys.* 1988. **203**, N 1. P. 117–122.
17. *Radkov R. S.* A note on the origin of stars which are far from the galactic disk // *Dokl. Bolg. Akad. Nauk.* 1989. **42**, N 9. P. 5–7.
18. *Sasselov D. D.* Variable F-type supergiants far above the Galactic plane // *Inform. Bull. Var. Stars.* 1983. N 2314. P. 1–2.
19. *Sasselov D. D.* The UU Her-type stars-possible tracers of recent star formation at high galactic latitudes // *Astrophys. Space Sci.* 1984. **102**, N 1. P. 161–178.
20. *Searle L., Sargent W. L. W., Jugaku J.* The luminosities and compositions of the high-galactic supergiants 89 Herculis and HD 161796 // *Astrophys. J.* 1963. **137**. P. 268–279.
21. *Ueta T.* HD 161796 (IRAS 17436+5003) // *Astron. Soc. Pacif.* 2004. **313**. P. 69–72.
22. *Waelkens C., Mayor M.* Radial-velocity variations of three famous high-latitude supergiants // *Astron. Soc. Pacif.* 1993. **45**. P. 318–324.

Статья поступила в редакцию 22.01.14