

УДК 524.35-56/33

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО ПОВЕРХНОСТИ CP-ЗВЕЗДЫ HD182255

© 2011 Ю. В. Глаголевский<sup>1</sup>, А. В. Шаврина<sup>2</sup>, Г. А. Чунтонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167 Россия

<sup>2</sup> ГАО НАУ, Киев, Украина

Поступила в редакцию 30 августа 2010 г.; принята в печать 30 ноября 2010 г.

У звезды HD182255 наблюдаются спектральная переменность при вращении, неправильная кратковременная переменность, а также долговременные изменения спектров. Содержания He и Si изменяются в противофазе. Поскольку, согласно теории, кремний скапливается в областях между полюсами, где силовые линии горизонтальны, то наблюдаемое поведение He и Si может указывать на присутствие магнитного поля, причем один из полюсов при вращении звезды проходит через центральный меридиан в фазе  $\Phi = 0$ . На фоне общего ослабления He по всей поверхности, в  $\Phi = 0$  его содержание выше, что может быть связано с наличием ветра из магнитного полюса. Звезда определенно относится к типу He-w. Определение структуры верхних слоев атмосферы по профилям линий водорода показывает, что она в разные годы разная. Наши оценки магнитного поля по зеемановским спектрам находятся в пределах ошибок измерений. По спектроскопическим признакам звезда может быть отнесена к слабо магнитным.

Ключевые слова: Звезды — переменные и пекулярные

### 1. ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени уже нет никакого сомнения в том, что особенности распределения химических элементов по поверхности химически пекулярных звезд (CP) связаны с распределением магнитного поля. Например, у звезд He-g гелия оказывается меньше на магнитном экваторе и больше на магнитных полюсах вследствие влияния ветра типа солнечного [1]. Кремний ведет себя по-другому [2]. Диффузия нейтрального кремния под действием лучевого давления приводит к его избытку в верхней атмосфере. Ионизованный Si II тонет на полюсах вдоль силовых линий, но не может уйти поперек силовых линий на магнитном экваторе, т.е. оказывается в ловушке. Расчетное усиление содержания может достигать до 100 раз [2]. С глубиной содержание Si падает и достигает до половины солнечного содержания.

Расчеты подтверждаются наблюдательными данными. Например, у звезды He-w HD21699 содержание He больше на полюсах, несмотря на общее его уменьшение, а содержание кремния повышено на магнитном экваторе [3]. С другой стороны, в работе [4] утверждается, что концентрация кремния на экваторе не является стабильной. Он постепенно мигрирует вдоль силовых линий к магнитным полюсам. В зависимости от возраста звезды картина распределения кремния меняется.

Молодые звезды имеют максимальный избыток кремния на магнитном экваторе, а звезды с возрастом порядка  $10^8$  лет имеют умеренный избыток как на экваторе, так и в других областях. У самых старых звезд избыток кремния будет до 5–10 раз только на полюсах.

В связи с этими проблемами интересно исследовать химически пекулярные звезды разных типов, температур и возрастов на предмет распределения химических элементов по поверхности. С этой целью в программу исследований была включена звезда HD182255. Иногда она классифицируется как звезда HgMn-типа [5], обладающая спектральной и фотометрической переменностью [6, 7], что необычно для звезд этого типа, но характерно для CP-объектов с гелиевыми аномалиями.

В работе [7] HD182255 классифицирована как звезда He-w. В этой работе на графике зависимости эквивалентная ширина — эффективная температура  $T_e$  для линии He I 5876 Å она попадает в область, занимаемую звездами III класса светимости, хотя ее ускорение силы тяжести  $\log g = 4.17$ . Следовательно, линия гелия немного ослаблена, благодаря чему ее можно отнести, скорее, к звездам He-w, чем к HgMn. В таком случае у нее можно было заподозрить наличие магнитного поля. В работах [8, 9] указан ее спектральный класс B6III, а в [10] — B7–B8V в зависимости от

Таблица 1. Параметры звезды HD182255

$T_e, K$	$\log g$	$R/R_\odot$	Источник
14125	4.23		[6]
14400	4.17		[7]
14343	4.24		[13]
14650	4.19	2.70	[14]
14150	4.15		наша оценка <sup>1</sup>
14334	4.20		Среднее

<sup>1</sup> Наша оценка сделана по спектрам из "The ELODIE Archive" (далее EA)

использованных критериев. Все это показывает, что звезда относится к химически пекулярным объектам.

Звезда HD182255 является однолинейчатой спектрально-двойной системой с периодом обращения 367 дней [11]. В этой работе отмечается также, что линии Si II 4128, 4130, 6347, 6371 Å испытывают быстрые колебания формы и интенсивности в течение ночи, что необычно для типичных CP-звезд. Кроме того, наблюдаются вековые спектральные изменения. Например, в 1987 г. линии Si II 6347, 6371 Å, как указывается в работе [11], имели переменную сложную структуру в центральной части доплеровского ядра, а в 1988 г. они оставались без изменений в течение трех ночей и имели нормальные профили. Авторы отмечают, что изменения формы не связаны с вращением. Хорошо видны также непериодические изменения лучевых скоростей. Все это говорит о том, что на звезде происходят нестационарные процессы. В работе [12] приводятся данные в пользу предположения о наличии нерадиальных пульсаций атмосферы звезды и делается вывод, что звезда относится к переменным типа 53 Per. Однако непонятно, почему линии Si II 6347, 6371 Å в 1988 г. в течение трех ночей не были искажены нерадиальными пульсациями. Возможно ли, что пульсации временами исчезают? Нашей задачей является дальнейшее исследование распределения гелия и кремния по поверхности химически-пекулярных B-звезд на примере HD182255.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВЕЗДЫ HD182255

Эффективная температура  $T_e$ , ускорение силы тяжести  $\log g$ , полученные разными авторами, согласуются хорошо (Табл. 1), что может быть признаком постоянства этих параметров.

Величины  $\log g$  соответствуют положению звезды на диаграмме Герцшпрунга-Рессела между

ZAMS и звездами V класса светимости [14], но не третьего класса, как указывается в [13]. В [15] по данным стремгеновской фотометрии и H $\beta$ -индексам определено, что звезда находится на ZAMS.

Скорости вращения  $v \sin i$  заметно расходятся у разных авторов:

$$v \sin i = 45 \text{ км/с [7];}$$

$$v \sin i = 40 \text{ км/с [14];}$$

$$v \sin i = 25 \text{ км/с [15];}$$

$$v \sin i = 52 \text{ км/с [16] по 4 оценкам;}$$

$v \sin i = 25$  (наша оценка по спектрам EA,  $R = 45000$ ). Среднее взвешенное по числу оценок  $v \sin i = 38$  км/с. Столь большие различия могут происходить вследствие сильной переменности профилей линий, о которых мы упомянули выше.

Звезда меняет блеск с амплитудой порядка  $0^m.03$  [7]. Период спектральной переменности, связанной с вращением определен по изменению интенсивности линии HeI 5876 Å, он равен  $1^d.26263E \pm 0.00005$ , причем максимум интенсивности приходится на фазу минимума блеска [7]. Таким образом, кроме непериодических изменений спектров, упомянутых выше, существуют периодические, связанные с вращением. Особо отметим, что указанные периодические изменения сохраняются длительное время, в течение которого звезда наблюдается, т.е. на поверхности имеются особенности, не меняющие своего положения. Такие особенности у звезд He-w обычно связаны с наличием дипольного магнитного поля. Переменность у них не связана с изменениями температуры по поверхности. У звезд с  $T_e \geq 14000$  K интенсивность линий He увеличивается с увеличением температуры, и блеск тоже должен увеличиваться, но на самом деле он уменьшается [7]. У химически пекулярных звезд это происходит вследствие неравномерного распределения содержания элементов под влиянием магнитного поля.

С момента определения периода вращения до наших наблюдений прошло более 4000 дней и наши фазовые зависимости интенсивности спектральных линий оказались смещенными. Максимальная интенсивность линий HeI 4026, 4143 Å попадает в фазу  $\Phi = 0$  только при изменении периода P

$$JD 2450650.4729 + 1.2624940E \pm 0.0000005.$$

Фазы, вычисленные с новым периодом, оказались смещенными на +0.35 периода по отношению к старым данным. Поэтому все наши результаты изучались с новыми фазами.

Можно оценить скорость на экваторе  $v = 50.6 \times R/P = 108$  км/с ( $R = 2.7R_\odot$  [14]), откуда угол наклона оси вращения к лучу зрения  $i = 21^\circ$ . Таким образом, звезда видна почти с

**Таблица 2.** Моменты наблюдений и фазы, полученные с новым периодом

JD2450000 +	$\Phi$
4779.260	0.34
4780.177	0.07
4781.177	0.86
4782.236	0.70
4832.128	0.22
4833.115	1.00
4845.142	0.52
845.656	0.93
4846.128	0.31
4846.639	0.71
4877.688	0.30
4847.667	0.53
2540.782 (EA)	0.47
2540.819 (EA)	0.50
2541.300 (EA)	0.88
2949.734 (EA)	0.36
2950.234 (EA)	0.75

полюса, вероятно, под невыгодным углом для измерения магнитного поля. Известно, что большинство CP-звезд имеют магнитные полюса вблизи экватора вращения. Существуют только две оценки магнитного поля  $B = -13 \pm 57$  Гс в фазе  $\Phi = 0.257$  [6] и  $-50 \pm 120$  Гс в  $\Phi = 0.728$ <sup>1</sup>. По нашим земановским спектрам мы также пытались оценить поле, однако оказалось, что его величина не превышает ошибки измерений  $\sigma = 25$  Гс в  $\Phi = 0.07$  и  $\sigma = 30$  Гс в  $\Phi = 0.60$ . Если принять за верхнее значение продольное магнитное поле  $B = 30$  Гс, то при предположении модели центрального диполя верхнее значение величины поля на полюсах будет равно  $B \approx 130$  Гс, а среднее поверхностное поле  $B_s \approx 80$  Гс.

### 3. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Наши спектры с разрешением 15000 получены на Основном звездном спектрографе 6-м телескопа в течение 68 ночей с ноября 2008 г. по январь 2009 г. Моменты наблюдений и фазы, полученные с

новым периодом, приведены в Табл. 2. Они использованы в дальнейшем.

Область спектра  $\lambda 4000 - 4240 \text{ \AA}$  регистрировалась на матрице  $2K \times 2K$  с резателем изображений [17]. Отношение сигнал/шум больше 1000.

Кроме наших спектров мы использовали 2 спектра из "The ELODIE Archive" (EA) с разрешением 45000. Моменты их получения тоже приведены в Табл. 2 (сентябрь 2002 и ноябрь 2003 гг. соответственно).

### 4. ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИИ Nd

Наши наблюдения показали, что линия Nd меняет интенсивность с вращением. На Рис. 1 представлена фазовая зависимость центральной интенсивности  $I_0/I_{cont}$ . Кривая проведена от руки. Обращает на себя внимание большой разброс точек, который существенно превышает точность измерений (отношение С/Ш  $> 1000$ ). В спектре мало линий, шумовая дорожка имеет амплитуду около 0.5%, такой же величиной мы оцениваем точность проведения непрерывного спектра около линий He и Si. Проведение непрерывного спектра над линией водорода сложнее, но спектр имеет дугообразную форму, которую мы переносим на линию Nd из соседних участков. По-видимому, ошибка величин  $I_0/I_{cont}$  для линии Nd не более 1–1.5%, потому что разброс точек на фазовых зависимостях такой же, как у других спектральных линий. Звездочками отмечены данные, полученные по спектрам из EA, приведенным к разрешению 15000. Различие с нашими данными связано, вероятно, с долговременными изменениями спектров, о которых мы упоминали выше. Елодийный спектр, свернутый до разрешения 15000, практически не изменился. Заметны изменения центральной глубины на 0.01 только у резких линий.

На Рис. 1 видно, что наряду с периодическими изменениями, обусловленными, вероятно, вращением, имеются случайные изменения центральной интенсивности. Если предположить, что переменность линии Nd связана с изменением эффективной температуры, то для этого необходимо, чтобы ее изменение было порядка 5000 К. Эта величина представляется абсолютно нереальной, учитывая небольшую амплитуду фотометрических изменений [7]. Если верхние слои атмосферы звезды действительно нестационарны, то можно предположить, что причиной случайной переменности могут быть колебания структуры этих слоев, т.е. звезда имеет признаки shell-объектов.

Нерадиальные пульсации, которые обсуждаются в [11], вряд ли могли заметно повлиять на профили линий водорода.

<sup>1</sup>Д.О.Кудрявцев, частное сообщение.

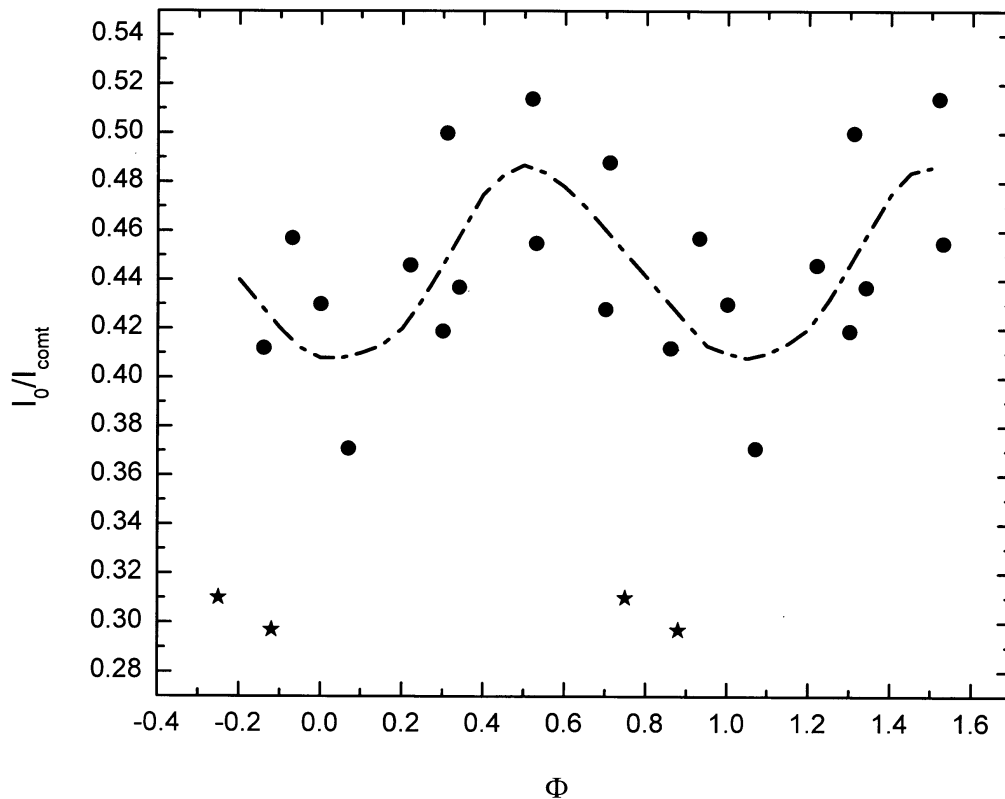


Рис. 1. Изменение центральной интенсивности линии H с фазой периода по нашим спектрам (точки) и по спектрам EA (звездочки).

Переменность линий водорода, связанная с вращением, может быть обусловлена разной поверхностной структурой атмосферы, связанной с магнитным полем.

Большой разброс точек на наших фазовых зависимостях, который на порядок больше точности измерений, показывает, что все спектры получены при разных условиях на поверхности звезды, эти условия переменны случайно и не связаны с вращением. И вряд ли нерадиальные пульсации так сильно влияют на центральные интенсивности линий.

Для выявления особенностей структуры атмосферы мы воспользовались спектрами EA. По профилям линий H $\alpha$  и H $\delta$  были построены зависимости изменения температуры с глубиной в атмосфере в фазах 0.88 и 0.75 при  $T_e = 14300$  K и  $\log g = 4.2$  для (H $\alpha$  и H $\delta$ ) (параметры получены нами по этим спектрам), приведенные на Рис. 2. На этом же рисунке сплошной линией показаны зависимости для стандартных моделей Куруца с теми же параметрами. Из Рис. 2 видно, что в момент наблюдений верхние слои атмосферы имели температуру поверхности на порядка 2000 K ниже, чем у нормальной звезды с той же эффективной температурой. Это подтверждает предполо-

жение о нестационарности верхних слоев атмосферы HD182255. Распределение температуры с глубиной, полученное по нашим спектрам через 6 лет в фазах 0.52 и 0.07, имеет другой характер (Рис.3а, б), а именно на глубине, соответствующей давлению  $P \sim 10$  дин/см<sup>2</sup>, наблюдался слой с повышенной температурой. В  $\Phi = 0.52$  этот слой горячее, соответственно фотометрия соответствует большей яркости звезды [7]. Эти фазы выбраны потому, что в них наблюдаются максимальная и минимальная интенсивность линий водорода. Следует заметить, что к полученным оценкам следует относиться как качественным, вследствие того, что применяемая нами методика разработана для нормальной атмосферы.

Спектры EA получены в сентябре 2002 и ноябре 2003 г., а наши в период с ноября 2008 г. по январь 2009 г., т.е. через 6 лет. Различие зависимостей на Рис. 2 и 3 еще раз подтверждает наличие вековых спектральных изменений.

## 5. ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИЙ He

На Рис. 4а приведена фазовая зависимость эквивалентной ширины линии HeI 5876 Å из [7], а на

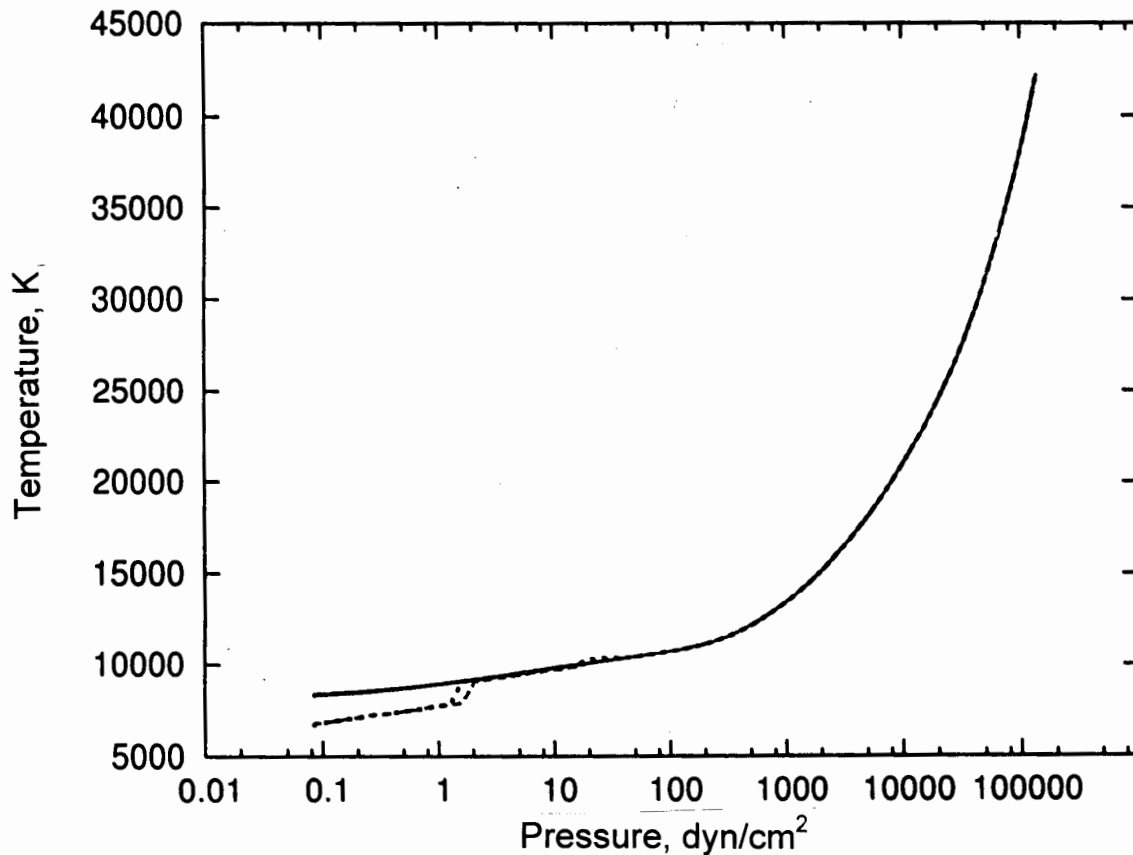


Рис. 2. Распределение температуры с глубиной при  $T_e = 14300$  К и  $\log g = 4.2$  для нормальной звезды (сплошная линия) и исследуемой звезды в фазе 0.88 (штриховая линия) и в фазе 0.75 (пунктирная линия).

Рис. 4б и 4с — изменение центральных интенсивностей линий He I 4026 и 4143 Å, полученные по нашим спектрам. Обозначения те же, что на Рис. 1, кривые проведены от руки. Звездочками обозначена центральная интенсивность тех же линий по спектрам из ЕА. Обращает на себя внимание тот факт, что значения центральных интенсивностей линии He I 4026 Å ЕА отличаются от наших на 0.07, а у линии He I 4143 Å различий нет. Возможно, здесь сказывается влияние стратификации. Переменность, связанная с вращением, может происходить в первую очередь вследствие неравномерного содержания по поверхности, как это обычно наблюдается у химически пекулярных звезд. Повышенное содержание He в  $\Phi = 0$  указывает на наличие ветра в области магнитного полюса. Обозначения те же, что на Рис. 1. Разброс точек значительно превышает точность измерений, указывая на быстрые изменения условий в атмосфере.

#### 6. ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИЙ Si

В связи со сказанным интересно рассмотреть результаты наблюдений звезды в 1987 и

1988 гг. [11] в области спектра около линий Si II 6347, 6371 Å. К сожалению, моменты наблюдений плохо распределены по фазам вращения и невозможно найти ход переменности линий Si II. Видно, однако, что средняя центральная интенсивность линии Si II 6347 Å в 1987 г. была 0.87, а в 1988 г. — 0.78, что указывает на наличие долговременной переменности. Средняя центральная интенсивность линий Si II 4128, 4130 Å по нашим спектрам порядка 0.87, а этих же линий на спектрах из ЕА около 0.80, т.е. изменение такого же порядка. Таким образом, отмечаем, что кроме переменности, связанной с вращением, существует быстрая и долговременная переменность. Интересно также, что центральные части линий Si II в 1987 г. имели тонкую структуру, а линии в 1988 г. имели нормальную форму. На наших спектрах эти линии тоже имеют в некоторых фазах небольшую асимметрию.

На Рис. 5а, б представлены зависимости центральных интенсивностей от фазы для линий Si II 4128 и 4130 Å. Они изменяются так же,

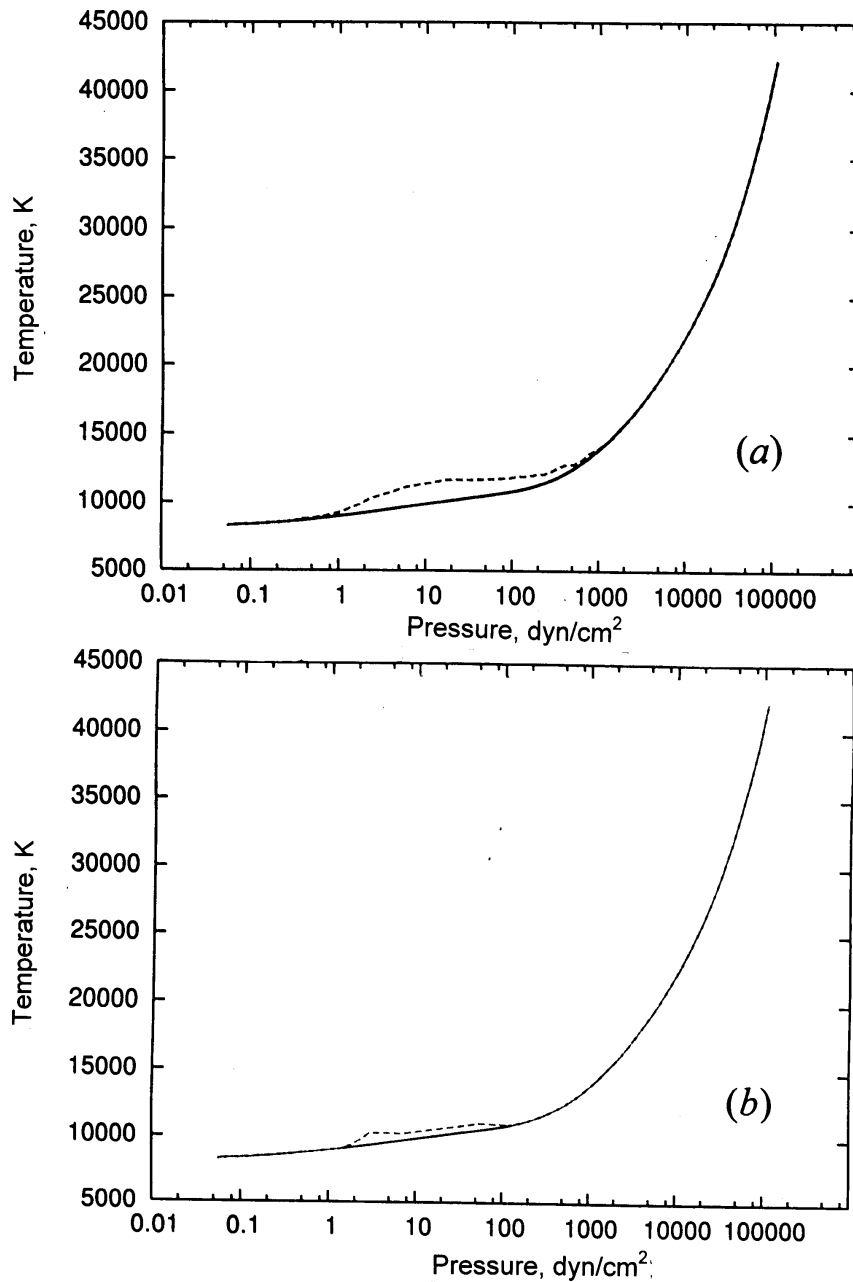
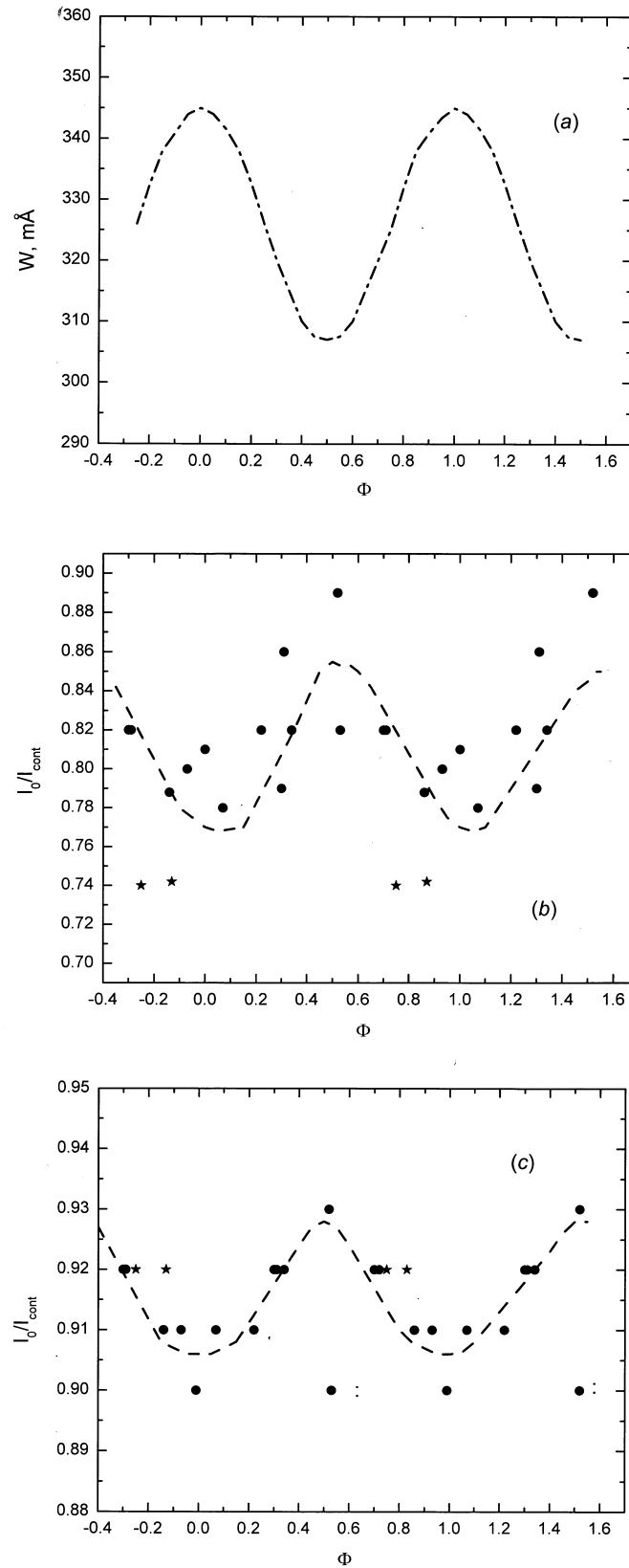


Рис. 3. Распределение температуры  $T_e$  на разных уровнях в атмосфере в фазе 0.53 (a) и в фазе 0.07 (b).

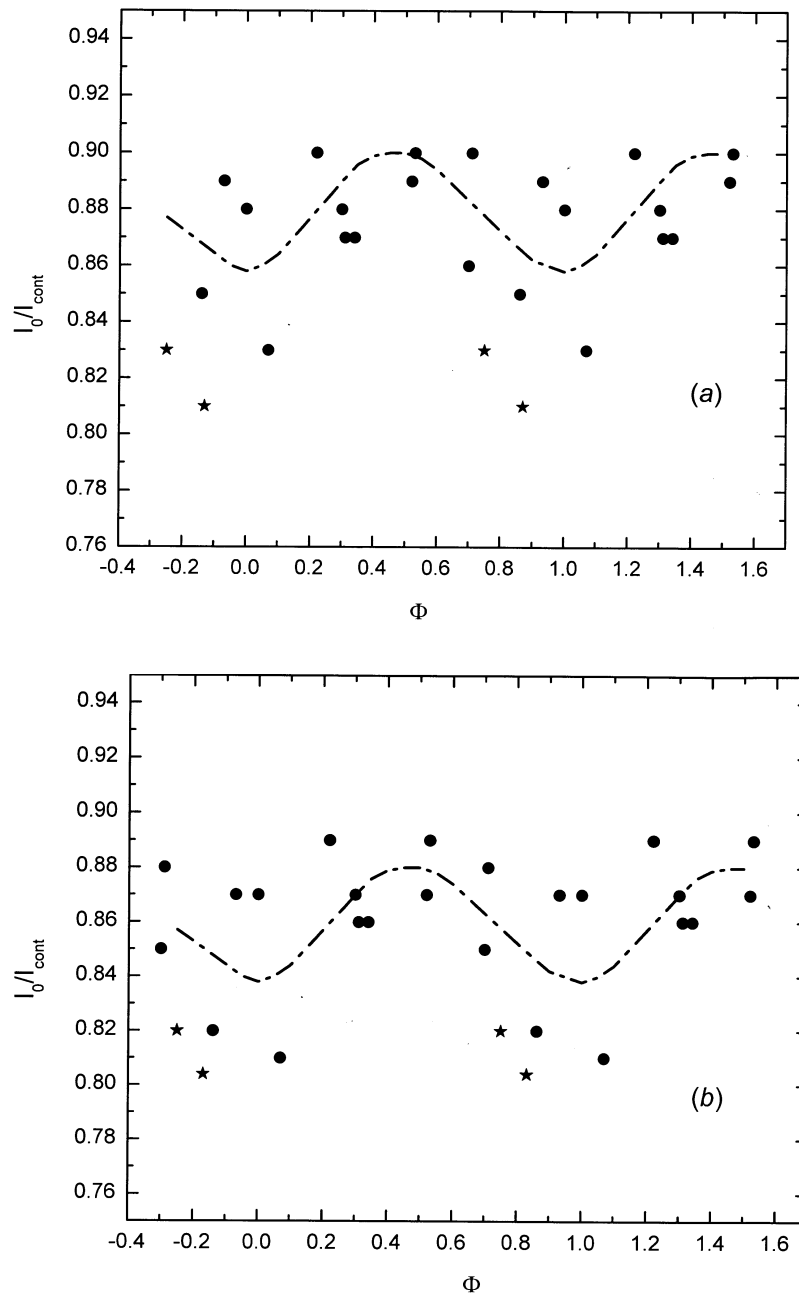
как линии гелия. Однако эквивалентная ширина этих линий изменяется противоположным образом и содержание кремния в  $\Phi = 0$  меньше, чем в  $\Phi = 0.5$ . Это может быть дополнительным аргументом в пользу предположения об изменении структуры атмосферы. Поскольку мы ожидаем в области магнитного полюса ослабление кремния, то можно предположить, что магнитный полюс проходит видимый центральный меридиан в фазе 0, подтверждая аналогичный вывод на основании рассмотрения поведения гелия.

Интересно, что центральные интенсивности ли-

ний 4128 и 4130 Å на наших спектрах больше, чем линий в спектрах EA на 0.04–0.06. Очевидно, что переменность интенсивностей спектральных линий имеет долговременный характер, как и в случае линии Si II 6347 и 6371 Å [11], наблюдаемых в разные годы. Интересно также, что распределение точек на Рис. 5a подобно Рис. 5b, что подтверждает предположение о рассеянии точек вследствие изменения физических условий, а не вследствие ошибок измерений. На основании сказанного выше получается, что периодическое изменение интенсивности линий кремния происходит в первую очередь вслед-



**Рис. 4.** Переменность линий гелия с фазой периода вращения: (а) изменение эквивалентной ширины линии He 5876 Å из [7], (б) изменение центральной интенсивности линии He 4026 Å (точки — наши спектры, звездочки — спектры из ЕА); (с) изменение центральной интенсивности линии He 4143 Å (точки — наши спектры, звездочки — спектры из ЕА).



**Рис. 5.** Переменность линий кремния. Изменение центральной интенсивности с фазой: (а) линия Si II 4128 Å, (б) линия Si II 4130 Å (точки — наши спектры, звездочки — спектры из ЕА).

ствие неравномерного распределения по поверхности, на которое накладываются неперiodические изменения вследствие переменности свойств атмосферы (неоднородности структуры атмосферы) и пульсаций. Из спектра ЕА, полученного в  $JD = 2452949.734$  ( $\Phi = 0.36$ ) хорошо видно, что профили линий Si II 6347, 6371 Å сильно искажены в центральной части, причем максимум глубины смещен в коротковолновую область. На спектрах

ЕА, полученных в  $JD = 2452540.782$  ( $\Phi = 0.47$ ) и  $JD = 2452540.819$  ( $\Phi = 0.5$ ) максимум смещен в длинноволновую область. В период наших наблюдений у линий Si II 4128, 4130 Å такие искажения незаметны. Вероятно, такие свойства связаны в первую очередь с неоднородным распределением кремния по поверхности (и с пульсациями).

В работе [11] приводятся данные, что в 1987 г. линии Si II 6347, 6371 Å имели переменную слож-



ную структуру в центре, связанную с вращением, а в 1988 г. они оставались без изменений в течение трех ночей и имели нормальные профили.

В работе [11] дискутируется факт быстрой спектральной переменности звезды, в частности линий Si II 4128, 4130 Å. Существенные изменения замечены даже в течение ночи. Авторы относят звезду к нерадиальным пульсаторам типа переменных 53 Per. Большой разброс точек на наших фазовых зависимостях, который на порядок больше точности измерений, показывает, что все спектры получены в разных условиях на поверхности звезды, эти условия переменны случайно и не связаны с вращением. И вряд ли нерадиальные пульсации так сильно влияют на интенсивности линий на Рис. 5.

## 7. СТРАТИФИКАЦИЯ

Стратификация химических элементов изучалась путем совмещения вычисленных профилей избранных линий при заданном распределении элементов по глубине в атмосфере (крыльев и центральных частей) с наблюдаемыми профилями. Содержание элемента в глубоких слоях атмосферы мы определяли по крыльям линий, содержание в верхних слоях — по центральной глубине.

Синтетические спектры HD182255 рассчитывались по программе SYNTHV [18], версия 2009 г. Для этого использовались модели атмосфер Куруца [19] и списки атомных линий VALD [20] версии 2009 г.

На Рис. 6а приведен расчетный график распределения гелия с глубиной в двух фазах  $\Phi = 0.53$  (сплошная линия) и  $\Phi = 0.07$  (штриховая линия), когда центральная глубина линии Nd минимальна и максимальна соответственно. Несмотря на общее ослабление содержания гелия по сравнению с солнечным, оказалось, что в фазе 0.53 его меньше во всех слоях, чем в  $\Phi = 0.07$ . Меньшее содержание можно предполагать на магнитном полюсе, если нет ветра, но если бы ветер был значителен, то гелий должен быть усилен в области полюса. Следовательно, можно предположить, что вблизи  $\Phi = 0$  находится магнитный полюс. Исследуя распределение кремния, можно попытаться уточнить это предположение.

На Рис. 6б приведены данные по стратификации кремния в тех же фазах  $\Phi = 0.53$  и  $\Phi = 0.07$ . Из графика видно, что величина содержания в глубоких слоях оказывается обратной по сравнению с гелием. Поскольку мы предполагаем, что содержание кремния определяется магнитным полем, а максимальное содержание должно быть между полюсами, то магнитный полюс проходит через видимый центральный меридиан в  $\Phi = 0.0$ . На это же указывает и поведение линии гелия HeI 4026 Å

в области магнитных полюсов — гелий усилен (что, кстати, может служить указанием на присутствие ветра).

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

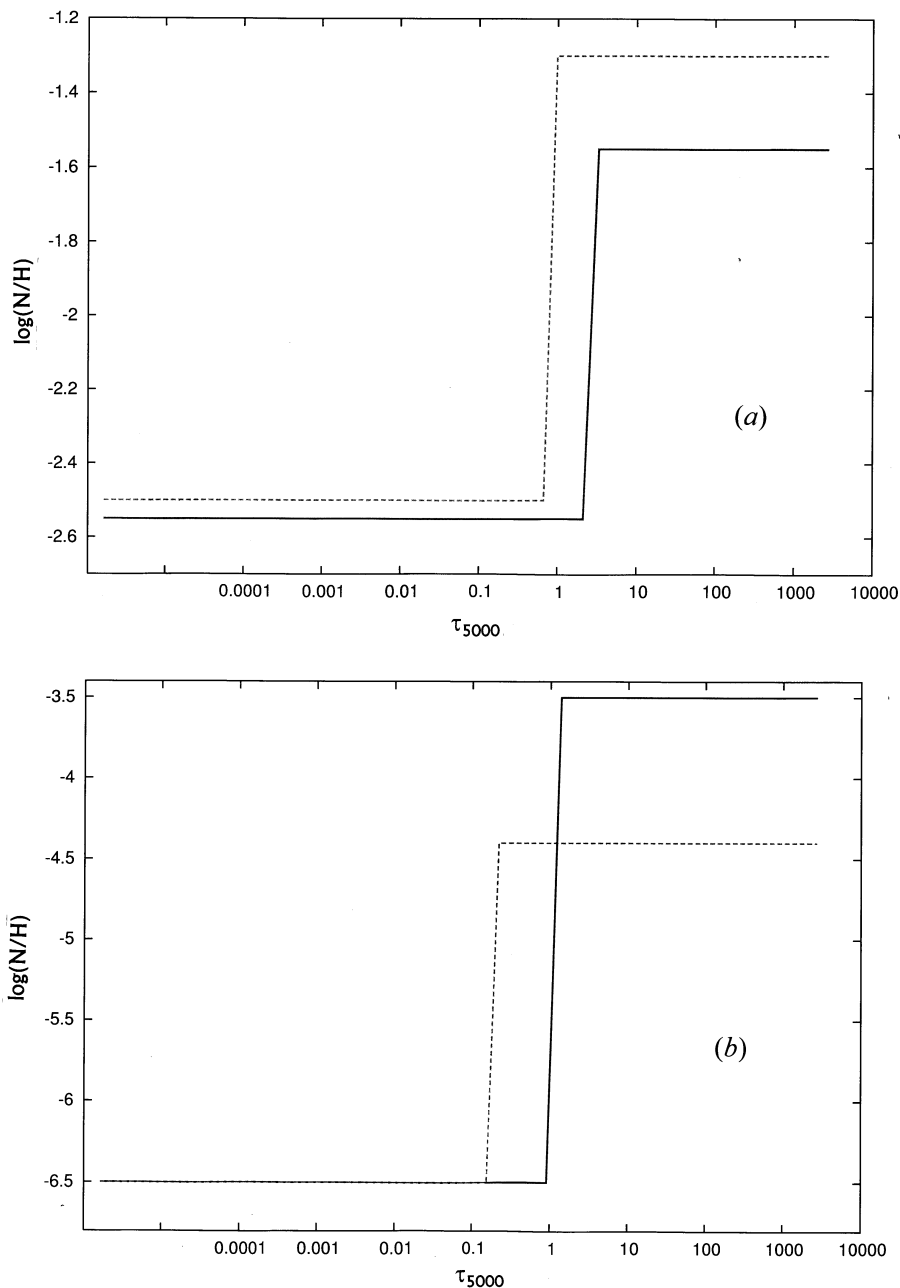
Представленные данные позволяют предположить, что неравномерное распределение гелия и кремния по поверхности связано с влиянием магнитного поля. Если присутствует дипольное магнитное поле, то гелий, как было сказано выше, должен ослабляться на полюсах, если нет ветра, и усиливаться, если есть ветер. На Рис. 6 видно усиление линий в фазе 0 на фоне общего ослабления гелия по поверхности. Следовательно, можно предполагать, что магнитный полюс проходит через видимый центральный меридиан в  $\Phi = 0$ . Кремний скапливается на магнитном экваторе, где магнитные силовые линии горизонтальны. В таком случае можно предполагать наличие магнитного полюса тоже в точке, проходящей через центральный меридиан в фазе  $\Phi = 0$ . Такая переменность не может быть связана с температурой. Если предположить переменность температуры, а фотометрические изменения могут указывать на это, то следует иметь в виду, что в области температур 14000 К интенсивность линий водорода в фазе 0 уменьшается, а гелия и кремния увеличивается с ростом температуры. По приведенным зависимостям видно, что центральные интенсивности линий H, He и Si изменяются синхронно, что противоречит температурному варианту. Таким образом, можно предположить, что, вероятнее всего, на переменность спектральных линий влияет неравномерное распределение химических элементов по поверхности, связанное с магнитным полем, а также переменная по поверхности и во времени структура атмосферы. Учитывая сложную структуру центральных частей спектральных линий в некоторые периоды времени, трудно предположить, что удастся легко обнаружить магнитное поле из непосредственных зеемановских измерений, тем более, если оно слабое.

Как видно из Рис. 6а, содержание гелия во всех слоях ослаблено по сравнению с солнечным, что подтверждает принадлежность звезды HD182255 к типу He-w.

Итак, коротко отметим следующие результаты:

1) наблюдается переменность интенсивности спектральных линий и блеска звезды, связанная с вращением, что указывает на неравномерное распределение элементов вследствие влияния предполагаемого магнитного поля, величина и структура которого пока неизвестны;

2) наблюдается вековая спектральная переменность, не связанная с вращением звезды и с влиянием компаньона. Очевидно, изменяется структура



**Рис. 6.** (а) Стратификация гелия, определенная по профилям линии  $\text{He I } 4026 \text{ \AA}$  в фазах 0.53 (сплошная линия) и 0.07 (штриховая линия). Использовались модифицированные модели атмосфер (Рис. 3а и 3б); (б) стратификация кремния, определенная по профилям линий  $\text{Si II } 4128$  и  $4130 \text{ \AA}$  в фазах 0.53 (сплошная линия) и 0.07 (штриховая линия). Использовались модифицированные модели атмосфер (Рис. 3а и 3б).

атмосферы, вследствие чего возникает переменность линий водорода и других элементов, она может быть связана с нестационарными процессами в атмосфере;

3) наблюдается быстрая переменность профилей в течение ночи, она может быть связана с кратковременными нестационарными процессами

в атмосфере, а также со сложным взаимодействием мод нерадиальных пульсаций;

4) имеются все основания отнести звезду HD182255 к слабо магнитным объектам [21] типа He-w. Предполагается, что один из магнитных полюсов проходит через центральный меридиан в фазе  $\Phi = 0.0$ ;

5) по величине  $\log g$  видно, что звезда на

диаграмме Герцшпрунга-Рессела находится вблизи ZAMS, т.е. весьма вероятно, что она только что закончила стадию звезд Ae/Be Хербига и начала свою эволюцию на Главной последовательности;

б) атмосфера звезды испытывает некоторые нарушения структуры на поверхности, переменные по поверхности и во времени.

Очевидно, что необходим дальнейший мониторинг этой интересной звезды для уточнения ее свойств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S. Vauclair, N. Dolez, and D. O. Gough, *Astronom. and Astrophys.* **252**, 618 (1991).
2. S. Vauclair, J. Hardorp, and D. N. Peterson, *Astrophys. J.* **227**, 526 (1979).
3. A. V. Shavrina, Yu. V. Glagolevskij, J. Silvester, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **401**, 1882 (2010).
4. C. Megessier, *Astronom. and Astrophys.* **138**, 267 (1984).
5. M. Jashek and D. Egret, *Catalogue of stellar groups* (Liege, 1985).
6. S. Hubrig, M. Briquet, M. Scholler, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **369**, L61 (2006).
7. G. Catanzaro, F. Leone, and F. A. Catalano, *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **134**, 211 (1999).
8. J. R. Lesh, *Astrophys. J. Suppl.* **17**, 371 (1968).
9. D. Hoffleit and C. Jaschek, *The Bright Star Catalogue*, 4-th ed. (New Haven, Yale Univ. Observatory, 1982).
10. L. Palmer and E. N. Walker, *Roy. Obs. Bull.* **135**, 105 (1968).
11. D. P. Hube and G. C. L. Aikman, *Publ. Astronom. Soc. Pacific* **103**, 49 (1991).
12. P. Mathias, C. Aerts, M. Briquet, et al., *Astronom. and Astrophys.* **379**, 905 (2001).
13. R. J. Dukes, W. R. Kubenec, A. Kubinec, and S. L. Adelman, *Astronom. J.* **126**, 370 (2003).
14. E. L. Fitzpatrick and D. Massa, *Astronom. J.* **129**, 1642 (2005).
15. S. C. Wolff and G. W. Preston, *Astrophys. J. Suppl.* **37**, 371 (1978).
16. A. Uesugi and I. Fukuda, *Contr. Inst. Astrophys. Kyoto*, No 189 (1970).
17. G. A. Chountonov, in *Magnetic stars*, Ed. by Yu. V. Glagolevskij, D. O. Kudryavtsev, and I. I. Romanyuk (Nizhnij Arkhyz, 2003), p.286.
18. V. Tsymbal, *ASP Conference Ser.* **108**, 198 (1996).
19. R. Kurucz, CDR No 1–23 (Smithsonian Astrophysical Observatory, Washington, 1993).
20. F. Kupka, N. E. Piskunov, T. A. Ryabchikova, et al., *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **138**, 119 (1999).
21. Ю. В. Глаголевский и Г. А. Чунтонов, *Астрофизика* **45**, 499 (2002).

## PECULIARITIES OF PHYSICAL PROPERTY DISTRIBUTION ON THE SURFACE OF CP STAR HD182255

Yu.V. Glagolevskij, A.V. Shavrina, G.A. Chountonov

The star HD182255 reveals spectral variability in rotation, irregular short-term variability, as well as long-term variations in the spectra. The He and Si abundances vary in antiphase. According to the theory, silicon accumulates in the regions between the poles, where the field lines are horizontal. Hence the observed behavior of He and Si may indicate the presence of magnetic field, where one of the poles passes through the central meridian in phase  $\Phi = 0$  as the star rotates. Given a general weakening of He over the entire surface, in  $\Phi = 0$  its abundance is higher, which may be linked with the presence of wind from the magnetic pole. The star definitely belongs to the He-w type. The study of the structure of the upper atmosphere based on the hydrogen line profiles shows that it varies over the years. Our estimates of the magnetic field from the Zeeman spectra are within the measurement errors. According to the spectroscopic characteristics the star can be considered weakly magnetic.

Key words: *stars: magnetic fields — stars: chemically peculiar — stars: individual: HD182255*