

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI**

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

**2014
CİLD 9
№ 2**

**AZERBAIJANI ASTRONOMICAL
JOURNAL**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYA JURNALI

Cild 9 – № 2 – 2014

Azerbaijan National Academy of Sciences

Национальная Академия Наук Азербайджана

AZERBAIJANI
ASTRONOMICAL
JOURNAL

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
АЗЕРБАЙДЖАНА

Volume 9 – No 2 – 2014

Том 9 – № 2 – 2014

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının “**AZƏRBAYCAN ASTRONOMIYA JURNALI**” Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası (AMEA) Rəyasət Heyətinin 28 aprel 2006-cı il tarixli 50-saylı Sərəncamı ilə təsis edilmişdir.

REDAKSIYA HEYƏTİNİN TƏRKİBİ:

Baş Redaktor: Ə.S. Quliyev

Baş Redaktorun Müavini: E.S. Babayev

Məsul Katib: P.N. Şustarev

Üzvlər:

Asvarov A.İ	AMEA Fizika İnstitutu
Cəlilov N.S.	AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Ətayi Ə.Ə.	AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Həziyev Q.Ə	AMEA Naxçıvan Bölməsinin Batabat Astrofizika Rəsədxanası
Hüseynov V.A.	Bakı Dövlət Universiteti
İsmayilov N.Z.	AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Quluzadə C.M.	Bakı Dövlət Universiteti
Mikayılov X.M.	AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

Beynəlxalq Şura:

Baleqa Y.Y.	Rusiya Elmlər Akademiyası
Çuryumov K.İ.	Kiyev Milli Universiteti, Ukrayna
Dağkəsəmənli R.D.	Rusiya Elmlər Akademiyası
Həsənov S.Ə.	MDU, Rusiya
Musayev F.A.	Rusiya Elmlər Akademiyası
Crosby N.B.	Aeronomiya İnstitutu, Belçika
Obriдко V.N.	Rusiya Elmlər Akademiyası
Rozelot J.-P.	Fransa
Ştaude Y.	Potsdam Astrofizika İnstitutu, Almaniya
Teyfel V.Q.	Astrofizika İnstitutu, Qazaxıstan

Texniki redaktor: Əsgərov A.B.

İnternet səhifəsi: <http://www.shao.az/AAJ>

Ünvan: Azərbaycan, Bakı, AZ-1001, İstiqlaliyyət küç. 10, AMEA Rəyasət Heyəti
Jurnal AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında (www.shao.az) nəşr olunur.

Məktublar üçün: ŞAR, Azərbaycan, Bakı, AZ-1000, Mərkəzi Poçtamt, a/q №153

e-mail: aaj@shao.az; **tel.:** (+99412) 439 82 48; **faks:** (+99412) 497 52 68

© 2014 Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.
© 2014 AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.
Bütün hüquqlar qorunmuşdur.
Bakı – 2014

“Астрономический Журнал Азербайджана” Национальной Академии Наук Азербайджана (НАНА). Основан 28 апреля 2006 г.

Web- адрес: <http://www.shao.az/AAJ>

Главный редактор: А.С.Гулиев

Заместитель главного редактора: Э.С.Бабаев

Ответственный секретарь: П.Н.Шустарев

Технический редактор: Аскеров А.Б.

Адрес редакции: Азербайджан, Баку, AZ-1001, ул. Истиглалийт 10, Президиум НАНА

Журнал издаётся в Шамахинской Астрофизической Обсерватории (ШАО) им. Н.Туси НАНА

Адрес для писем: Азербайджан, Баку, AZ-1000, Главпочтамт, а/я №153, ШАО

e-mail: aaj@shao.az

тел.: (+99412) 439 82 48

факс: (+99412) 497 52 68

© Национальная Академия Наук Азербайджана, 2014 г.

© Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАНА, 2014 г. Все права защищены.

Баку - 2014

Azerbaijani Astronomical Journal of the Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS) is founded in 28 April 2006.

Online version: <http://www.shao.az/AAJ>

Editor-in-Chief: A.S. Guliyev

Associate Editor-in-Chief: E.S. Babayev

Secretary: P.N. Shustarev

Technical Editor: Asgarov A.B.

Editorial Office address: ANAS, 10, Istiglaliyyat Street, Baku, AZ-1001, the Republic of Azerbaijan

Journal is published in the Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi of ANAS.

Address for letters: ShAO, P.O.Box No153, Central Post Office, Baku, AZ-1000, Azerbaijan

e-mail: aaj@shao.az

tel.: (+99412) 439 82 48

fax: (+99412) 497 52 68

© 2014, Azerbaijan National Academy of Sciences.

© 2014, Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi, ANAS. All rights reserved.

Baku -2014

MÜNDƏRİCAT

KOMET NÜVƏLƏRİNİN PARÇALANMA PROBLEMLƏRİ HAQQINDA Ü.C. Poladova	5
YÜKSƏK DISPERSİYALI RƏQƏMSAL SPEKTRƏ GÖRƏ ACMI ATMOSFERİNİN SPEKTROFOTOMETRIK TƏDQIQI V. α CMI (PROSYON) ATMOSFERİNİN KİMYƏVİ TƏRKİBİ HAQQINDA C.M. Quluzadə, Z.A. Səmədov, M.M. Təhirov	8
TAC SPEKTRAL XƏTLƏRİNİN ASİMMETRİYASININ BƏZİ PROBLEMLƏRİ S.H. Məmmədov, C.M. Quluzadə, R.F. İsmayılı	12
HD225094 İFRATNƏHƏNG ULDUZUNUN SPEKTRAL DƏYİŞKƏNLİKLƏRİ Y.M. Məhərrəmov, V.M. Xəlilov	21

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

ON THE PROBLEM OF THE SPLITTING
OF COMETARY NUCLEI

U.J. Poladova

5

К ПРОБЛЕМЕ РАСПАДА КОМЕТНЫХ
ЯДЕР

У.Д. Поладова

5

SPECTROFOTOMETRIC ANALYSIS OF
THE ATMOSPHERE α CMi BY HIGH
DIGITAL SPECTRA

V. ON THE CHEMICAL COMPARISON
OF THE α CMi (PROCYON)
ATMOSPHERE

D.M. Kuli-Zade, Z.A. Samedov, M.M. Tairov

8

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
АТМОСФЕРЫ α CMi ПО
ВЫСОКОДИСПЕРСИОННЫМ ЦИФРОВЫМ
СПЕКТРАМ

V. О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ
АТМОСФЕРЫ α CMi (Проциона)

Д.М. Кули-Заде, З.А. Самедов, М.М. Таиров

8

SOME PROBLEMS OF ASYMMETRY OF
CORONAL SPECTRAL LINES

S.G. Mamedov, D.M. Kuli-Zade,
R.F. Ismaili

12

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АСИММЕТРИИ КОРОНАЛЬНЫХ
СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ

С.Г. Мамедов, Д.М. Кули-Заде,
Р.Ф. Исмаиллы

12

SPECTRAL VARIABILITIES OF THE
STAR HD225094

Y.M. Maharramov, V.M. Khalilov

21

СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ
СВЕРХГИГАНТА HD225094

Я.М. Магеррамов, В.М. Халилов

21

К ПРОБЛЕМЕ РАСПАДА КОМЕТНЫХ ЯДЕР

© 2014 г. У.Д.Поладова

*Шамахинская астрофизическая обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана
(e-mail: ulhiyye_laman@yahoo.com)*

В статье изучены особенности 113 комет, подвергшихся делению ядер и 116 комет, показывающих вспышечную активность. Вычислены MOID расстояния рассматриваемых комет относительно 58 метеорных потоков из списка Кука. Установлено, что MOID имеет статистически значимый избыток относительно 5 потоков. ϕ Bootids, χ Scorpiids, Daytime Arietids, Northern Taurids и Northern ι Aquarids оказались более эффективными для предложенной гипотезы (доверительная вероятность больше 0.95). Наряду с ними обнаружено, что еще шесть потоков представляют потенциальный интерес в рамках поставленной задачи. У них этот параметр колеблется в пределах от 1.24 до 1.64, а доверительная вероятность от 89 до 95 процентов, соответственно. В целом, результаты расчетов показывают, что наряду с солнечной активностью, вспышки и распад комет частично могут быть обусловлены их столкновениями с некоторыми метеорными потоками.

Ключевые слова: метеорные потоки, вспышечная активность комет, распад

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1, 2] было показано, что вспышки блеска комет и распад их ядер частично связаны с их прохождением через метеорные или метеоритные потоки. По данным цитированных работ, в зонах движения известных потоков количество ближайших или дальних узлов кометных орбит заметно увеличивается. Другими словами, зачастую вспышкам блеска и распаду ядер подвергаются те кометы, орбиты которых проходят через метеорные потоки. При этом в указанных работах в качестве проверки были использованы данные для 113 разделившихся и 116 испытавших аномальное увеличение яркости комет.

В настоящей работе основные результаты работ [1, 2] подвергаются дополнительному анализу. Его цель - вычисление MOID расстояния разделившихся и испытавших увеличения блеска комет относительно 58 метеорных потоков из списка Кука [3]. Мы постараемся доказать, что в распределениях этих расстояний относительно некоторых потоков существует статистически значимые максимумы.

МЕТОДИКА ВЫЧИСЛЕНИЙ

В расчетах по MOID была использована следующая приблизительная формула:

$$r = \left(A^2 + \left[\frac{q(1+e)}{1+e\cos\omega} \right]^2 - 2A \frac{q(1+e)}{1+e\cos\omega} \sqrt{1-\sin^2 i \times \sin^2(\omega-\nu)} \right)^{0.5}$$

где A – расстояние потока в направлении узлов кометных орбит, q и e – неинвариантные элементы кометной орбиты, i и ω – элементы кометной орбиты относительно плоскости потока (точкой отсчета является восходящий узел орбиты потока), α – истинная аномалия, которая варьируется от 0° до 360° с шагом 1° . Приблизительность этой формулы главным образом объясняется тем, что орбита потока на небольшом отрезке в направлении удаленного или ближнего узла кометной орбиты принимается за круговую.

Таким образом были вычислены следующие дисперсионные параметры:

N - количество значений MOID по базовой плоскости, не превышающие определенного предела;

n_i - количество значений MOID по 67 плоскостям, не превышающие определенного предела;

n - среднее значение количества MOID, полученное путем вращения орбиты потока вышеописанным способом (т.е. сохраняются a , e , ω и фиксированный предел для межорбитальных расстояний, a изменяются Ω и i потока);

σ - среднеквадратичное отклонение;

$t = (N - n) / \sigma$ - нормированная разность (при этом t_1 и t_2 соответствуют случаям, когда орбита потока в направлениях ближних и

дальних узлов орбит комет принимается за круговую).

Для вычисления значимости величин t_1 и t_2 применяется одностороннее распределение Стьюдента, когда для 95- процентной доверительной вероятности разности она должна быть 1.67 или больше. В качестве верхнего предела для MOID выбрано значение 0.1a.e.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Наши расчеты показали, что из всех потоков списка Кука только пять (ϕ Bootids, χ Scorpiids, Daytime Arietids, Northern Taurids и Northern ι Aquarids) удовлетворяют требованиям этого условия. Наряду с этим обнаружено, что еще шесть потоков представляют потенциальный интерес в рамках поставленной задачи. У них параметр колеблется в пределах от 1.24 до 1.64, а доверительная вероятность от 89 до 95 процентов, соответственно. Список всех 11 потоков, их параметры, использованные в расчетах, и значения t , приводятся в Таблице1.

ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что MOID – анализ орбит некоторых метеорных потоков и рассматриваемых комет подтверждает выводы работы [2] о том, что столкновение может являться одной из основных причин распада кометных ядер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулиев А.С., Г.И.Кохирова Г.И., Поладова У.Д., О возможной роли метеорных потоков во вспышечной активности комет. **Azərbaycan Astronomiya Jurnalı**, Т.8, №1, с.5-8.
2. Гулиев А.С., Кохирова Г.И., Поладова У.Д. О возможной роли метеорных потоков в распаде кометных ядер. **Azərbaycan Astronomiya Jurnalı**, Т.8, №4, с.5-9.
3. Cook A.F., A working list of meteor streams. **Evolutionary and Physical Properties of Meteoroids**, Washington, DC:NASA SP-319, 1973, pp.183-191.

Таблица 1. Результаты расчетов по 11 метеорным потокам.

Name	a	e	ω	Ω	I	t_1	t_2
Quadrantids	3.08	0.683	170	283.4	72.5	1.55	
δ Cancrids	2.3	0.8	283	296.7	0	1.41	
σ Leonids	2.35	0.66	248.2	28.5	1		1.58
ϕ Bootids	1.25	0.24	226	40.7	19		2.47
χ Scorpiids	3.11	0.77	257.1	74.6	6	2.99	1.42
Daytime Arietids	1.6	0.94	29	77.7	21	1.7	
Northern Piscids	2.06	0.8	290.4	199.7	3		1.33
Northern Taurids	2.59	0.861	292.2	230.8	2.3		1.93
Corvids	6.5	0.75	7.7	275.7	4	1.64	
July Phoenicids	2.5	0.81	28	290.3	85		1.24
Northern ι Aquarids	1.75	0.84	308	147.7	5		1.99

KOMET NÜVƏLƏRİNİN PARÇALANMA PROBLEMLƏRİ HAQQINDA

Ü.C. Poladova

Məqalədə parçalanmaya məruz qalmış 113 komet və parıltı vermiş 116 komet tədqiq olunmuşdur. Tədqiq edilən kometlərin Kuk kataloqunda əks olunmuş 58 meteor sellərinə nisbətən MOİD məsafələri hesablanmışdır. Göstərilmişdir ki, MOİD parametrləri statistik olaraq 5 selə nisbətən əhəmiyyətli artıqlığa malikdir. Baxılan meteor sellərindən ϕ Bootids, χ Scorpiids, Daytime Arietids, Northern Taurids və Northern ι Aquarids sellərinin toqquşma hihotezi nöqtəyi nəzərindən daha effektiv olduğu müəyyən edilmişdir (etibarlılığı 0.95-dən böyük). Baxılan məsələ çərçivəsində daha 6 meteor selinin xüsusi maraq kəsb etdiyi aşkar edilmişdir. Bu sellər üçün parametrlər 1.24-1.64 intervalında dəyişir, etibarlılıq isə uyğun olaraq 89-95% təşkil edir. Son nəticədə müəyyən edilmişdir ki, kometlərin nüvələrinin parçalanması və alışma fəallığı Günəş fəallığı ilə bərabər qismən onların meteor selləri ilə toqquşması nəticəsində əmələ gələ bilər.

Aparıcı sözlər: meteor selləri, kometlərin alışma fəallığı, parçalanma

ON THE PROBLEM OF THE SPLITTING OF COMETARY NUCLEI

U.J. Poladova

The features of 113 comets, whose nuclei were undergoing of the fragmentation (division) and the features of 116 comets, showing the outbursts of brightness, are considered in the paper. It was calculate MOID distances of this comets relative to the planes of motion of 58 meteor showers from Cook's catalogue. It was found, that the MOID distances of comets relative to the planes of motion 5 meteor showers exceeds the average statistical background. The ϕ Bootids, χ Scorpiids, Daytime Arietids, Northern Taurids and Northern ι Aquarids showers are the most effective for the matter of that, and strongly support this idea. (confidence probability more than 0.95). Along with them, found that six more streams of potential interest within the task. They parameter range from 1.24 to 1.64, and the confidence probability from 89 to 95 per cent respectively. As a whole, the results of the calculation show that, along with the solar activity, the comets outbursts and the disintegration of comet nuclei may be partially due to their collisions with some meteor showers.

Key words: meteor showers, outburst's activity of comet, disintegration

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АТМОСФЕРЫ α CMi ПО ВЫСОКОДИСПЕРСИОННЫМ ЦИФРОВЫМ СПЕКТРАМ V. О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ АТМОСФЕРЫ α CMi (Проциона)

© 2014 г. Д.М. Кули-Заде, З.А. Самедов, М.М. Таиров

Бакинский Государственный Университет
(e-mail: ckulizade@mail.ru)

Определено обилие ряда химических элементов в атмосфере α CMi (Проциона) методом моделей. Используются высокодисперсионные цифровые спектральные материалы, полученные с помощью двойного монохроматора высокой дисперсии. Результаты сравниваются с обилием этих элементов в фотосфере Солнца.

Ключевые слова: Процион, атмосфера, цифровые спектры, обилие элементов

ВВЕДЕНИЕ

В [1] нами были определены фундаментальные и эволюционные параметры атмосферы звезды α CMi на основе высокодисперсионных, цифровых, спектральных материалов, полученных Гриффеном Р.Ф. и Гриффеном Р. [2], с помощью двойного монохроматора высокого разрешения. Этими параметрами являются ускорения силы тяжести на поверхности звезды $\lg g$, эффективная температура T_{eff} , светимость L , радиус R и масса звезды M . В этой работе мы нашли, что

$$T_{eff} = 6680 K, \lg g = 4, M/M_{\odot} = 1.5,$$

$$\lg R/R_{\odot} = 0.31, \lg L/L_{\odot} = 0.8$$

Зная фундаментальные параметры звезды и определяя эквивалентные ширины большого количества спектральных линий разных интенсивностей, можно определить содержание соответствующих химических элементов в атмосфере звезды методом моделей, что и делается в настоящей работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Для определения химического состава атмосферы в спектре звезды α CMi были отобраны наиболее свободные от blends линии в спектральной области от $\lambda 4100 \text{ \AA}$ до $\lambda 6400 \text{ \AA}$. Всего было использовано около 70 линий. Из них 64 линии принадлежат *FeI*, 6

линий- *FeII*, 2 линии- *MgI*, 4 линии- *CaII*, 3 линии- *TiII*, 3 линии- *CrI*, 3 линии - *CrII*, 5 линий- *Ni*, 1 линия - *ZnI*, 1 линия - *MnI*.

Эквивалентные ширины линий были определены с помощью программы ORIGIN.

В этой программе площадь профиля фраунгоферовой линии можно представить множеством прямоугольных [трапецией с основанием $R(\Delta\lambda)_i$. Площадь трапеции

$$S = l \cdot h,$$

где l -средняя линия трапеции, h -высота трапеции. Поскольку нечетные значения $R(\Delta\lambda)_i$ показывает среднюю линию трапеции и $2 \Delta\lambda_i$ показывает высоту трапеции, площадь фраунгоферовой линии можно определить как

$$S = 2\Delta\lambda [R(\Delta\lambda)_1 + R(\Delta\lambda)_3 + \dots + R(\Delta\lambda)_{2n-1}]$$

Силы осцилляторов линий были взяты из [3-5].

Содержание химических элементов выражается в логарифмической шкале

$$\lg \varepsilon(x) = \lg \frac{N(X)}{N(H)} + 12,$$

где $N(X)$ - полное число атомов данного химического элемента в единице объема во всех стадиях ионизации и $N(H)$ - число водородных атомов в единице объема. В этой шкале принято, что

$$\lg N(H) = 12$$

Определение химического состава атмосферы звезды методом моделей проводится следующим образом. Задаются различные значения для химического состава и методом моделей определяются эквивалентные ширины линий. Далее, вычисленные эквивалентные ширины сравниваются с наблюдаемыми. Из совпадения вычисленных и наблюдаемых эквивалентных ширин определяются значения содержания данного химического элемента.

В данной работе теоретически вычисленные эквивалентные ширины линий были определены программой DASA, разработанной в Крымской Астрофизической Обсерватории.

При определении скоростей микротурбулентных движений и химического состава Прокциона были использованы в основном слабые линии, которые образуются в глубоких слоях атмосферы, где можно использовать приближения локального термодинамического равновесия.

Для определения химического состава в атмосфере Прокциона предварительно была определена скорость микротурбулентных движений. Для этого выбирается ряд слабых линий и по их эквивалентным ширинам, при разных значениях скорости микротурбулентных скоростей, определяется обилие. То значение скоростей, при которых обилие не зависит от эквивалентных ширин линий, принимается за скорость микротурбулентных скоростей в атмосфере звезды.

Таким способом нами было найдено, что скорость микротурбулентных движений в атмосфере Прокциона составляет

$$v_{mt} = 2.3 \text{ km/s}.$$

Результаты определения химического состава ряда химических элементов по разным спектральным линиям приведены в Таблице 1, где в первом столбце даны длины волн, во втором – потенциал возбуждения нижних уровней линий, в третьем – эквивалентные ширины линий, четвертом – силы осцилляторов и последнем – содержание элементов в логарифмической шкале.

Таблица 1. Содержание химических элементов, определяемое по разным спектральным линиям

Элемент $\lambda, \text{\AA}$	ϵ, eV	$W_{\lambda}, \text{m\AA}$	lggf	lge
1	2	3	4	5
Mg I				
5167.340	2.70	391	-0.87	8.00
5172.698	2.70	425	-0.55	7.77
Ca II				
6102.735	1.87	108	-0.75	6.39
6122.235	1.88	147	-0.27	6.49
4789.350	0.83	44	-1.00	7.54
5210.400	0.05	53	-0.88	5.02
Ti II				
4589.960	1.23	109	-1.75	5.14
4779.990	2.04	85	-1.75	5.41
5211.544	2.58	47	-1.61	5.15
Cr I				
5204.520	0.94	146	-0.17	5.73
5348.320	1.00	71	-1.29	5.69
5409.795	1.00	103	-0.72	5.57
Cr I I				
4616.640	4.05	70	-1.35	5.67
4634.085	4.05	90	-1.06	5.70
5334.870	4.05	53	-1.06	5.08
Mn I				
4739.108	2.93	30	-0.74	5.62
Fe I				
4157.788	3.40	118	-0.60	7.77
4266.968	2.72	69	-1.76	7.51
4438.353	3.67	32	-1.78	7.72
4447.730	2.21	124	-1.34	7.61
4485.679	3.67	64	-1.26	7.71
4531.633	3.20	35	-2.06	7.67
4602.948	1.48	102	-2.02	7.23
4602.005	1.60	45	-3.15	7.56
4625.052	3.23	74	-1.50	7.73
4700.171	3.68	37	-1.75	7.78
4710.290	3.00	69	-1.65	7.60
4741.542	2.82	51	-2.05	7.57
4903.318	2.87	107	-1.06	7.81
4917.240	4.17	44	-1.24	7.71
4924.775	2.27	77	-2.34	7.78
4930.310	3.94	49	-1.40	7.81
4950.112	3.40	49	-1.69	7.65
4969.927	4.20	63	-0.99	7.83
4973.108	3.94	61	-1.01	7.60
4994.130	0.91	81	-3.08	7.38

Элемент $\lambda, \text{\AA}$	ϵ, eV	$W_{\lambda}, m\text{\AA}$	lggf	lg ϵ
5002.800	3.38	52	-1.68	7.66
5029.620	3.40	30	-2.08	7.73
5049.830	2.27	111	-1.46	7.45
5083.342	0.95	85	-2.46	6.84
5090.780	4.24	75	-0.54	7.58
5109.662	4.28	61	-1.15	8.02
5110.414	0.000	114	-3.76	7.79
5121.629	4.26	59	-0.91	7.74
5126.210	4.24	55	-1.15	7.90
5127.360	0.91	73	-3.31	7.49
5133.700	4.16	129	0.06	6.22
5151.915	1.01	71	-3.32	7.55
5198.725	2.21	75	-2.14	7.46
5202.330	2.17	132	-1.84	8.06
5217.395	3.20	80	-1.19	7.43
5242.495	3.62	75	-1.00	7.52
5281.800	3.03	112	-1.04	7.67
5288.533	3.68	21	-1.68	7.34
5302.309	3.27	114	-0.89	7.75
5307.360	1.60	80	-2.99	7.86
5324.190	3.20	170	-0.32	7.91
5367.470	4.40	118	0.23	7.60
5371.495	0.95	181	-1.64	7.52
5379.581	3.68	42	-1.58	7.64
5383.380	4.29	140	0.42	7.64
5393.175	3.23	112	-0.90	7.69
5397.140	0.91	153	-1.99	7.42
5398.285	4.43	62	-0.77	7.77
5400.509	4.35	101	-0.45	7.98
5429.710	0.95	203	-1.88	7.97
5434.545	1.01	129	-2.12	7.27
5445.050	4.37	102	-0.20	7.77
5487.75	4.12	86	-1.61	8.72

Элемент $\lambda, \text{\AA}$	ϵ, eV	$W_{\lambda}, m\text{\AA}$	lggf	lg ϵ
5586.78	3.35	144	-0.31	7.67
6024.07	4.53	91	-1.00	8.51
6065.495	2.60	98	-1.33	7.27
6102.735	1.87	108	-0.75	6.39
6122.235	1.88	147	-0.27	6.49
6136.635	2.44	122	-1.40	7.60
6137.71	2.60	109	-1.40	7.53
6191.58	2.42	109	-1.60	7.56
6219.30	2.19	63	-2.43	7.50
6230.750	2.55	111	-1.28	7.37
Fe II				
4515.337	2.83	123	-2.79	7.74
4576.345	2.83	98	-3.25	7.76
4620.519	2.82	75	-3.61	7.73
5325.550	3.21	74	-3.54	7.92
5362.864	3.19	120	-2.80	7.89
5425.260	3.19	64	-2.80	7.89
Ni I				
4686.224	3.58	54	-0.39	6.21
4904.420	3.53	69	-0.32	6.33
4980.190	3.59	83	-0.36	6.64
5081.125	3.83	80	0.08	6.34
5176.552	3.88	37	-0.59	6.38
Zn I				
4722.159	4.01	62	-0.38	4.48

В Таблице 2 осредненные по разным спектральным линиям содержания химических элементов в атмосфере Проциона сравниваются с химическим содержанием Солнца.

Таблица 2. Обилие некоторых химических элементов в атмосфере Проциона и Солнца

Element	lg ϵ_* (Процион)	Число линий	lg $\epsilon_{\odot}$ (Солнце)	$\Delta \lg \epsilon = \lg \epsilon_* - \lg \epsilon_{\odot}$
Mg I	7.88 $\pm$ 0.11	2	7.60	+0.28
Ca I	6.44 $\pm$ 0.005	2	6.36	+0.28
Ti I	5.04 $\pm$ 0.02	2	4.86	+0.18
Ti II	5.23 $\pm$ 0.11	3	4.96	+0.27
Cr I	5.67 $\pm$ 0.08	3	5.61	+0.06
Cr II	5.48 $\pm$ 0.27	3	5.50	-0.02
Mn I	5.62	1	5.55	+0.07
Fe I	7.64 $\pm$ 0.07	63	7.60	+0.04
Fe II	7.82 $\pm$ 0.07	6	7.80	+0.02
Ni I	6.38 $\pm$ 0.10	5	6.08	+0.30
Zn I	4.48	1	4.42	+0.06

Как видно из таблицы, за исключением некоторых элементов (Mg, Ca, Ti и Ni), содержание химических элементов в атмосфере Прокциона практически не отличается от содержания этих элементов в фотосфере Солнца. Отмеченные выше химические элементы показывают некоторое избыточное содержание в атмосфере Прокциона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.М. Кули-Заде, С.Г. Мамедов, З.А. Самедов, М.М. Таиров, **Вестник БГУ**, 2013, № 4, с.201-205.
2. R.F. Griffin, R. Griffin, **A photometric Atlas of the Procyon**, Cambridge, 1979, p-140.
3. А.А. Боярчук, И.С. Сованов, **Известия Кр АО**, 1985, Т. LXX, с. 57-127.
4. А.А. Боярчук, И.С. Саванов, **Известия Кр АО**, 1986, Т. LXX, с.49-69.
5. Д.А. Вакуленко, И.С. Саванов, **Известия Кр АО**, 1990, Т. LXXXII, с.87-108.

SPECTROFOTOMETRIC ANALYSIS OF THE ATMOSPHERE α CMi BY HIGH DIGITAL SPECTRA V. ON THE CHEMICAL COMPARISON OF THE α CMi (PROCYON) ATMOSPHERE

D.M. Kuli- Zade, Z.A. Samedov, M.M. Tairov

The chemical comparison of the some chemical element in the α CMi (Procyon) atmosphere by model method is determined. The digital spectral materials obtained by high dispersion are used. The results compared with abundance in the solar photosphere.

Key words: Procyon, atmosphere, digital spectrum, high dispersion, abundance

YÜKSƏK DISPERSİYALI RƏQƏMSAL SPEKTRƏ GÖRƏ ACMI ATMOSFERİNİN SPEKTROFOTOMETRIK TƏDQIQI V. α CMi (PROSYON) ATMOSFERİNİN KİMYƏVİ TƏRKİBİ HAQQINDA

C.M. Quluzadə, Z.A. Səmədov, M.M. Təhirov

Model üsulu ilə α CMi (Prosyon) atmosferində bəzi kimyəvi elementlərin miqdarı təyin olunur. Yüksək dispersiyalı ikiqat monoxromatorlarda alınmış rəqəmsal spektral materiallardan istifadə edilmişdir. Alınmış nəticələr bu elementlərin Günəş fotosferindəki bolluğu ilə müqayisə olunur.

Açar sözlər: Prosyon, atmosfer, rəqəmsal spektr. elementlərin bolluğu

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСИММЕТРИИ КОРОНАЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ

© 2014 г. С. Г. Мамедов¹, Д. М. Кули-Заде² и Р.Ф. Исмаилов¹

¹Шамахинская астрофизическая обсерватория НАНА им Н.Туси.

²Бакинский Государственный Университет
(e-mail: sabirmamedov@mail.ru)

При исследовании асимметрии корональных линий исследователи стараются как можно точнее определить местоположение центра линии. В данной работе рассматривается влияние вторичной компоненты на положение центра основного контура и влияние ошибочного положения центра на величину асимметрии. Показано, что вторичный контур может смещать центр основного контура на величину < 1 км/с. Далее показано, что ошибочное положение центра контура на величину до 5-ти км/с может изменить величину асимметрии в несколько раз.

Предложен метод определения центра наблюдаемого асимметричного контура, суть которого заключается в следующем: принимая основной контур гауссовским, записываются доплеровские выражения для четырех точек красного крыла; и из этих выражений вычисляется центр линии.

Ключевые слова: Солнечная корона, асимметрия корональных линий

ВВЕДЕНИЕ

Асимметрия спектральных линий в далеком ультрафиолетовом и в рентгеновском участках спектра Солнца, образующихся в переходной зоне хромосфера – Корона и в Короне известны с 1970-х годов из первых спектроскопических внеатмосферных наблюдений Солнца.

В последнее десятилетие асимметрия корональных линий интенсивно исследуется. Следует подчеркнуть, что в подавляющем большинстве случаев асимметрия является фиолетовой, т.е. синее крыло линий интенсивнее красного крыла, что свидетельствует о потоке массы и энергии в сторону Короны. В связи с этим много работ посвящено исследованию обеспечения массой Короны и нагреву Короны этими движениями (см. напр. [1] и ссылки в ней).

Обычно считается, что асимметрический контур является суммой двух контуров: первичного, более сильного контура, и вторичного, слабого контура, смещенного относительно первичного контура, на величину, соответствующую скоростям движений от нескольких десятков км/с до 200 и более км/с. Интенсивность вторичного контура составляет около десяти и менее процентов от интенсивности первичного контура; первичный контур создается фоновым излучением активной области, а

вторичный контур создается потоком частиц, направленным вверх.

Исследуя структуру (форму) асимметричной линии, исследователи стараются определить оптические параметры контуров, составляющих данную линию, а именно: местоположение центра первичного контура, величину смещения вторичного контура, соотношение интенсивностей, а также величины доплеровских ширин обоих контуров.

С этой целью в [2] впервые применили способ, получивший название R-V асимметрии, суть которой заключается в следующем: наблюдаемый контур аппроксимируется одним гауссовским контуром (в английской литературе это называется SGF- single gauss fit), при этом находится центр линии; далее, задавая некоторый интервал длин волн внутри контура, интенсивность контура внутри этого интервала на красном крыле вычитается из интенсивности того же интервала на синем крыле. Такие процедуры делаются для всего контура. Вся процедура позволяет определить значения оптических параметров, перечисленных выше. Следует подчеркнуть, что определение местоположения центра методом SGF не совсем ясна.

Для определения искомых оптических параметров по одним и тем же контурам в [3] применена аппроксимация как по одному, так

и по двум гауссовским контурам (double gauss fit)

В последнем случае задается семь параметров для всего контура. Автор нашел, что при двойной гауссовской аппроксимации значения скоростей движения потока, создающего вторичный контур, заметно больше. Климчук [4], применив SGF, обнаружил периодические изменения значений оптических параметров, вызванные распространением замедленных магнито – звуковых волн. В [5], применяя аппроксимацию к наблюдаемым контурам по одному гауссовскому профилю авторы нашли, что величина доплеровских смещений и доплеровских ширин уменьшается от центра диска к лимбу.

В [6] методом SGF и R-B разности для значений скоростей движений второй компоненты нашли величины 75-125 км/с. Положение центра линии определяется после аппроксимации наблюдаемой линии гауссовским профилем (как производится собственно аппроксимация, определение центра линии не совсем ясно). В [7] рассмотрена асимметрия спектральных линий переходной зоны спокойных областей на диске солнца. Асимметрия этих линий исследовалась методом SGF. Были найдены значения движений как вверх, так и вниз со скоростями 50-100 км/с. В [8,9] аналогичным способом были найдены скорости 50-100 км/с для вторичной компоненты.

При исследовании асимметрии корональных спектральных линий определению местоположения центра наблюдаемой спектральной линии уделяется особое внимание, особенно если асимметрия выражена слабо. По этой причине в [9] местоположение наблюдаемой линии $\lambda 202.04$ Fe XIII определяли 5-ю различными способами, аппроксимируя весь наблюдаемый контур одним доплеровским контуром, при этом авторы использовали три точки на контуре на левом и правом крыльях контура. Не трудно сообразить, что на положение центра линии будет влиять наличие дополнительного излучения на синем крыле линии, обусловленного вторичным контуром. Определяемые такими способами значения центра рассматриваемой линии находятся в

пределах $202.05001\text{\AA} \div 202.04687\text{\AA}$. Кстати, этим значениям соответствует интервал скоростей $9 \div 5$ км/с движения вниз слоя Короны, ответственного за первичный (основной) контур этой линии (отметим, что авторы не обратили внимание на этот очень важный момент).

Значения асимметрии определялись по выражению:

$$RB = \sqrt{\frac{1}{\pi}} \frac{\Delta v}{w} \frac{\sum I_B - \sum I_R}{I_0}.$$

Здесь: $\sum I_B$ и $\sum I_R$ – значения полных интенсивностей синего и красного крыльев, соответственно, Δv – ширина выделяемого участка контура (в скоростях), $w = 30$ км/с – доплеровская ширина (в единицах скорости), I_0 – центральная интенсивность линии.

Расчеты, проведенные в [10] с использованием наблюдаемого контура линии $\lambda 202$ FeXIII, показали, что при смещении положения центра линии на 1 км/с, величина асимметрии изменяется на величину 0.018. (Мы этот момент ниже исследуем более подробно). Авторы определили значения асимметрии различных корональных линий и пришли к заключению, что в областях свечения масс величина асимметрии не превышает 10% (здесь не ясно, этот процент к какому параметру относится).

Авторы в [10] исследовали изменения асимметрии наблюдаемых линий, используя наблюдательный материал, полученный в течение 5-ти дней. В начале наблюдений область (region) масс находилась в центре диска. При определении асимметрии контур усреднялся по площади масс. Определяемые значения приведены в Табл. 3. Как видно из таблицы, изменения асимметрии происходят беспорядочно. Авторы не объясняют это беспорядочное изменение. Нам кажется, что это может быть результатом изменения направления движений (вверх-вниз) областей масс с течением времени.

В данной работе мы рассматриваем следующие проблемы: во 2-ом разделе исследуется влияние вторичной компоненты на положение центра суммарного контура; в 3-ем разделе исследуется влияние неточного определения положения центра исследуемого

контура линии на величину асимметрии, а также попутно изменение величины асимметрии при движении изучаемого объекта от центра диска к краю; в 4-ом разделе излагается новый метод определения центра линии; в 5-ом разделе обсуждаются полученные результаты.

ВЛИЯЕТ ЛИ ВТОРИЧНЫЙ КОНТУР НА ПОЛОЖЕНИЕ ЦЕНТРА СУММАРНОГО КОНТУРА?

Как сказано выше, асимметричный контур является суммой двух доплеровских контуров: на Рис. 1 основного, более сильного I и слабого вторичного контура i , центр которого смещен в синюю сторону на величину v_0 . Контур задан в единицах скорости. Напишем выражение для суммарного контура для точки, находящейся на расстояниях v и v_1 от основного и вторичного контуров соответственно:

$$I(v) = I_0 \exp \left[-\left(\frac{v}{w} \right)^2 \right] + i_0 \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w_1} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Здесь: I_0 и i_0 – центральные интенсивности, w и w_1 – доплеровские ширины основного и вторичного контуров, соответственно. Как видно из рисунка: $v = v_0 - v_1$

В расчетах мы приняли $i_0 = 0.1I_0$, а также $w = w_1 = 30$, как это было принято в [10]. С учетом вышесказанного, выражение (1) перепишем в виде:

$$I(v_1) = \exp \left[-\left(\frac{v_0 - v_1}{30} \right)^2 \right] + 0.1 \exp \left[-\left(\frac{v_1}{30} \right)^2 \right]. \quad (2)$$

Выражение (2) представляет собой некоторую функцию с одной переменной v_1 , экстремум которой совпадает с центром суммарного контура. Если дифференцировать эту функцию по переменной v_1 и полученное выражение приравнять нулю, то получим следующее выражение:

$$\frac{v_0 - v_1}{v_1} = 0.1 \exp \left[-\left(\frac{v_1}{30} \right)^2 + \left(\frac{v_0 - v_1}{30} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Здесь, задавая различные значения v_0 , решив это алгебраическое уравнение, мы можем найти соответствующее значение v_1 . Напомним, что v_0 является расстоянием вторичного контура от центра заданного первичного контура, а v_1 – расстояние от центра вторичного контура до положения экстремума, иначе, до центра суммарного контура. Тогда, очевидно, что разность $v_0 - v_1$ представляет собой смещение центра суммарного контура от заданного центра первичного контура.

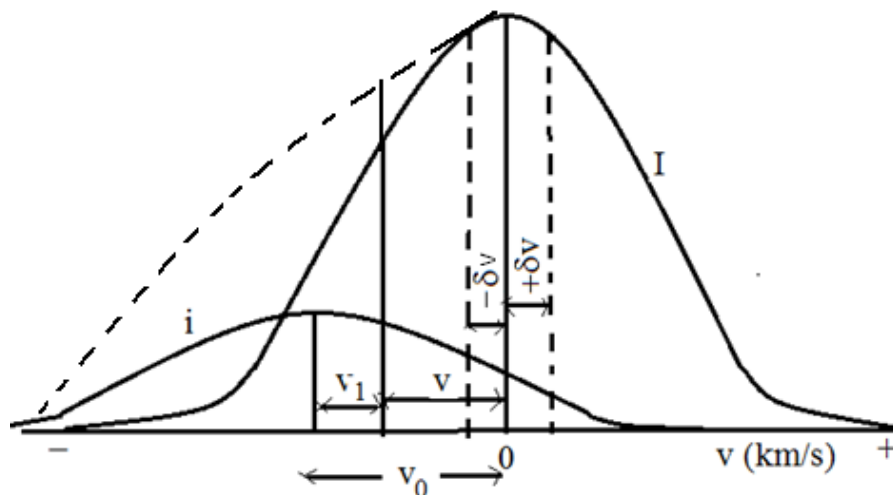


Рис. 1. I и i – первичный и вторичный контуры, соответственно, v_0 – смещение центра вторичного контура от центра первичного контура; v , v_1 – расстояния от центров первичного и вторичного контуров, соответственно до точки, для которой рассчитывается интенсивность, $-\delta v$ и $+\delta v$ – смещения центра основного контура в синюю и красную стороны, соответственно, прерывистая линия – суммарный контур.

Расчеты для значений v_0 от 0 до 15 показали, что разность v_0-v_1 не превышает 1 км/с . Можно сказать, что вторичный контур почти не меняет положения основного (суммарного) контура.

КАК ВЛИЯЕТ НА ВЕЛИЧИНУ АСИММЕТРИИ ОШИБОЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЦЕНТРА ЛИНИИ

Как сказано во введении, все исследователи при определении величины асимметрии корональных линий особое внимание уделяли точному определению положения центра исследуемой линии. Однако только в одной работе - [10] оценено влияние ошибочного определения положения центра линии на величину асимметрии; авторы нашли, что ошибка в 1 км/с изменяет величину асимметрии на 0.018 единиц. К сожалению, авторы не сообщают, при расчете в какую сторону был смещен центр по отношению к смещению вторичного контура. Кроме того, не сообщается знак приведенной величины.

В данной работе мы подробно исследуем влияние ошибочного определения центра линии на величины асимметрии. При определении величины асимметрии мы будем пользоваться выражением из работы [10], заменив суммирование интегрированием. Будем рассматривать два случая: 1) центр смещен в синюю сторону на величину δv от истинного положения (центр вторичного контура смещен в синюю сторону), и 2) центр смещен на величину δv в красную сторону от истинного положения центра.

Рассмотрим каждый случай в отдельности. На Рис 1 обозначения $\pm \delta v$ представляют собой смещения от истинного положения центра основного контура в синюю (-) и красную (+) сторону спектра, соответственно.

Случай 1: центр смещен в синюю сторону. Используя Рис 1, нетрудно получить следующие выражения:

Для синего крыла:

$$I_B^{(1)}(v_0, \Delta v) = \int_0^{v_0-\Delta v} \exp \left[-\left(\frac{v_0-v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_0^{v_0-\Delta v} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 +$$

$$+ \int_{v_0}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1+v_0}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_0^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1$$

Для красного крыла:

$$I_R^{(1)}(v_0, \Delta v) = 1 * \Delta v + \int_{v_0}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_0-v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_{v_0}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1$$

Случай 2: центр смещен в красную сторону. Используя Рис.1, получим следующие выражения:

Для синего крыла:

$$I_B^{(2)}(v_0, \Delta v) = \int_0^{v_0} \exp \left[-\left(\frac{v_0-v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_0^{v_0} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + \int_{v_0}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_0+v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_0^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 1 \cdot \Delta v$$

Для красного крыла:

$$I_R^{(2)}(v_0, \Delta v) = \int_{v_0+\Delta v}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1-v_0}{w} \right)^2 \right] dv_1 + 0.1 \int_{v_0+\Delta v}^{\infty} \exp \left[-\left(\frac{v_1}{w} \right)^2 \right] dv_1$$

Величины асимметрии были рассчитаны, используя выражение:

$$RB^{(i)}(v_0, \Delta v) = \frac{I_R^{(i)}(v_0, \Delta v) - I_B^{(i)}(v_0, \Delta v)}{\sqrt{\pi} I_0 w}$$

Здесь: $i=1, 2$. Расчеты производились для значений: $V_0=100, 90, 80, 70, 60, 50, 40$. $\delta v=0, 1, 2, 3, 4, 5$. $W=30$.

Результаты расчетов приведены на Рис 2

Напомним, что значение асимметрии при $\delta v=0$ соответствует случаю истинного положения центра линии. Поэтому, значения величины асимметрии при других значениях δv должны сравниваться именно со

значениями асимметрии при $\delta v=0$. Теперь обратимся к графикам. Обратим внимание на Рис.2. Здесь приведены графики, показывающие изменение величин асимметрии в зависимости от величин отклонения от истинного положения центра линии δv при различных значениях скоростей движения вторичной компоненты вдоль луча зрения v_0 . Любопытно, что для случая смещения центра в синюю сторону меняется знак асимметрии около $\delta v = -3 \text{ км/с}$; при значениях $\delta v = [0; -3 \text{ км/с}]$ знак асимметрии отрицателен, а при больших значениях отклонения δv значение асимметрии становится отрицательным.

При красном смещении центра смена знака асимметрии не происходит, и мы видим, что при смещении центра до 5 км/с величина асимметрии увеличивается почти в 3 раза по сравнению со случаем $\delta v=0$.

Результаты этих расчётов показывают, что при определении величин асимметрии корональных спектральных линий определение точного местоположения центра линии имеет важное значение.

Обратим внимание на графики на Рис. 2; как можно заметить, здесь показана зависимость RB от скорости смещения вторичного контура v_0 ; эту зависимость можно интерпретировать и как зависимость изменения RB при переходе от центра диска к

краю. Ясно, что большие скорости относятся к центру диска; имея это ввиду, из Рис.2 можно заметить, что при переходе от центра к лимбу RB уменьшается 1.5-2 раза. Насколько нам известно, изменение «центр-край» величины асимметрии корональных линий не исследовано; только в работе [10] исследовалось изменение «центр-край» величины асимметрии области «масс» при перемещении от центра в течение 5-ти последовательных дней. Исследовались асимметрия нескольких линий. Как видно из Таблицы 3 этой работы, какая-нибудь закономерность в величинах асимметрии не обнаруживается.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРА ЛИНИИ

Ниже мы предлагаем метод определения положения центра наблюдаемого профиля линии с использованием четырех точек профиля, что, как нам кажется, значительно точнее по сравнению с методами, приведенными в [10], в которых используются точки в обоих крыльях линии. Нетрудно догадаться, что при использовании обоих крыльев, искаженное присутствием вторичного контура синее крыло значительно исказит положение центра линии, что, хорошо видно из Таблицы 1 работы этих авторов[10]:

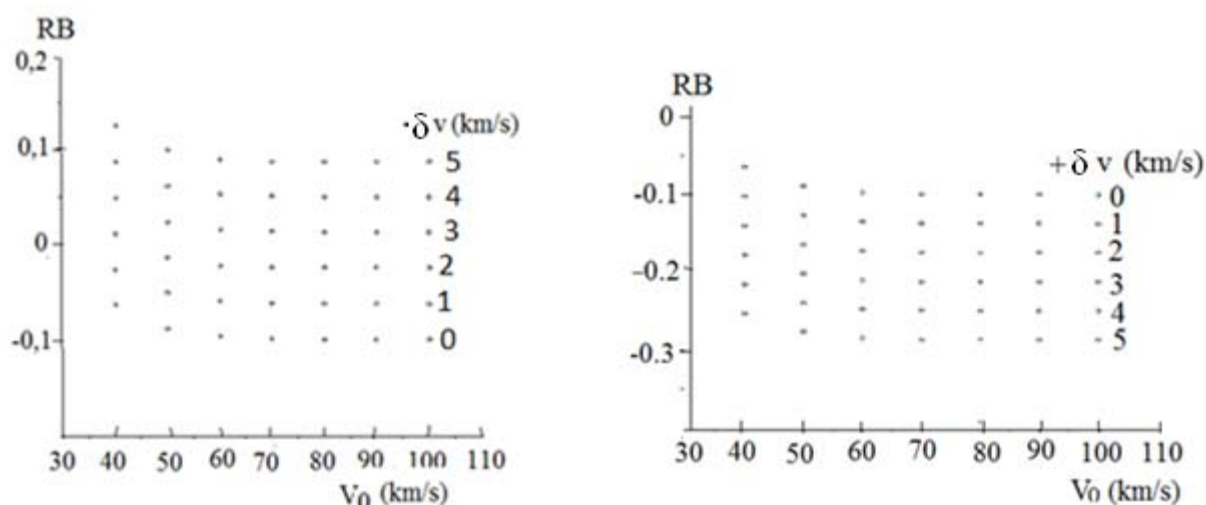


Рис 2. Зависимость величины асимметрии RB от величины смещения δv центра основного контура при различных значениях смещения v_0 центра вторичного контура.

положения центра линии $\lambda 202.05$, отличаются на величину $0.00269 \text{ \AA}$, что равносильно смещению 4 км/с . Как можно

найти из Рис.1, это приведет к изменению величины асимметрии по сравнению с точным положением центра линии в 5-6 раз; это хорошо видно и из Таблицы 1 указанной работы [10]. Как можно видеть из Таблицы 1, применяя различные методы, авторы находят различные значения положения центра и по этой причине полученные значения асимметрии различаются до 8 раз. Мы считаем, что причиной этого является использование точек на синем, искаженном крыле линии.

Суть предлагаемого нами метода заключается в следующем.

На Рис. 3 показан схематический асимметричный контур; здесь: сплошная кривая-суммарный контур, прерывистая – смещенный вторичный контур. Ясно, что после того, как мы определим параметры основного контура, мы можем восстановить профиль вторичного контура и величину его смещения. С этой целью будем пользоваться четырьмя точками на красном крыле основного контура (x_1, x_2, x_3 и x_4) как указано на Рис.3. Примем, что контур является доплеровским. Но местоположение центра этого доплер-контура не известно. Поэтому,

отсчеты по длине волны мы будем брать от некоторой произвольной точки x_1 на оси длины волны. Эта произвольная точка находится на некотором расстоянии δx от положения центра линии. Если мы найдем δx , мы точно установим местоположение центра основного контура, что очень важно.

Теперь выпишем выражения для четырех точек на красном крыле основного контура, отстоящих от произвольно выбранной точки на расстояниях x_1, x_2, x_3 и x_4 . Ясно, что расстояния этих точек от центра основного контура соответственно будут: $\delta x + x_1, \delta x + x_2, \delta x + x_3$ и $\delta x + x_4$. Используя именно эти расстояния, выпишем выражения интенсивностей для этих выбранных точек:

$$I(x_1) = I_0 \exp \left[-\frac{(\delta x + x_1)^2}{\Delta x_D^2} \right],$$

$$I(x_2) = I_0 \exp \left[-\frac{(\delta x + x_2)^2}{\Delta x_D^2} \right],$$

$$I(x_3) = I_0 \exp \left[-\frac{(\delta x + x_3)^2}{\Delta x_D^2} \right],$$

$$I(x_4) = I_0 \exp \left[-\frac{(\delta x + x_4)^2}{\Delta x_D^2} \right].$$

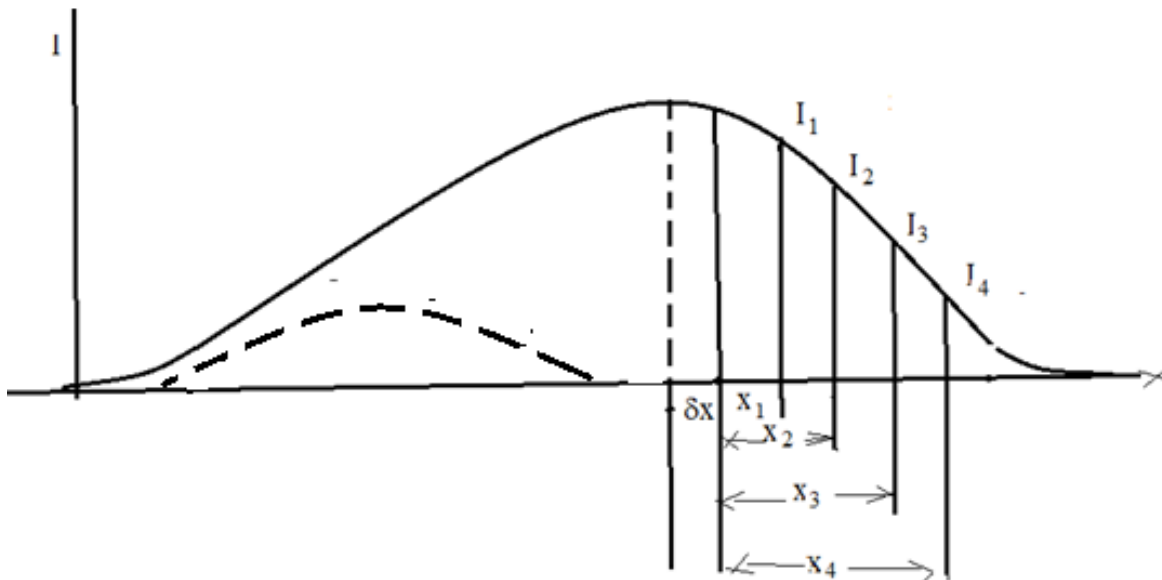


Рис. 3. Схематический асимметричный контур; сплошная линия – суммарный контур, прерывистая – смещенный вторичный контур; x_1, x_2, x_3 и x_4 – выбранные точки на оси длины волны, I_1, I_2, I_3 и I_4 – соответствующие интенсивности; δx – расстояние от выбранных точек до центра профиля, которое подлежит определению.

Производя элементарные преобразования, получим:

$$\delta x = \frac{(x_2^2 - x_1^2) - I(x_4^2 - x_3^2)}{2I(x_4 - x_3) - 2(x_2 - x_1)}$$

Здесь:

$$I = \frac{\ln I_1}{\ln I_2}, \quad I_1 = \frac{I(x_1)}{I(x_2)}, \quad I_2 = \frac{I(x_3)}{I(x_4)}.$$

Ясно, что значения интенсивностей мы берем из наблюдаемого контура.

Таким образом мы находим положение центра основного доплеровского контура. Зная δx , мы можем определить значение доплеровской ширины основного контура Δx_Δ . Далее, определив значение центральной интенсивности основного контура, мы можем восстановить весь основной контур и окончательно вид второго контура и его смещение, что является как раз предметом данного раздела.

Применим методику, изложенную выше, к наблюдаемому контуру линии FeX II 195.12 Å из работы [11] (Рис.4).

Используя выражение для δx , мы нашли:

$$\delta x = 0.007 \text{ Å}$$

После того, как мы определили положение первичного контура, мы можем определить его доплеровскую ширину, которая равна ширине контура, где интенсивность равна I_0/e (I_0 – интенсивность центра линии). Тогда для первичного контура находим значение доплеровской ширины:

$$\Delta x_\Delta = \Delta \lambda_\Delta = 0.05 \text{ Å}$$

Зная температуру ионизации Fe XII, $T_i = 2 \cdot 10^6 \text{ K}$, и используя выражение

$$\Delta \lambda_\Delta = \frac{\lambda}{c} \sqrt{\frac{2kT}{m} + V_{nt}^2}$$

находим значение нетепловых скоростей:

$$V_{nt} = 71 \text{ км/с.}$$

При нахождении значения δx , мы ставили x_1 на точку центра несмещенной линии $\lambda 195.12$. В таком случае, найденное значение представляет собой величину доплеровского смещения первичного контура. Так как контур смещен в фиолетовую сторону, то величина смещения этого контура составит:

$$\Delta \lambda_{sh} = -0.007 \text{ Å.}$$

Этому соответствует направленное вверх значения скорости:

$$V = 11 \text{ км/с.}$$

Вторичная компонента смещена в фиолетовую сторону на величину:

$$\Delta \lambda_{np} = -0.1 \text{ Å,}$$

чему соответствует значение скорости, направленное вверх:

$$V = 154 \text{ км/с.}$$

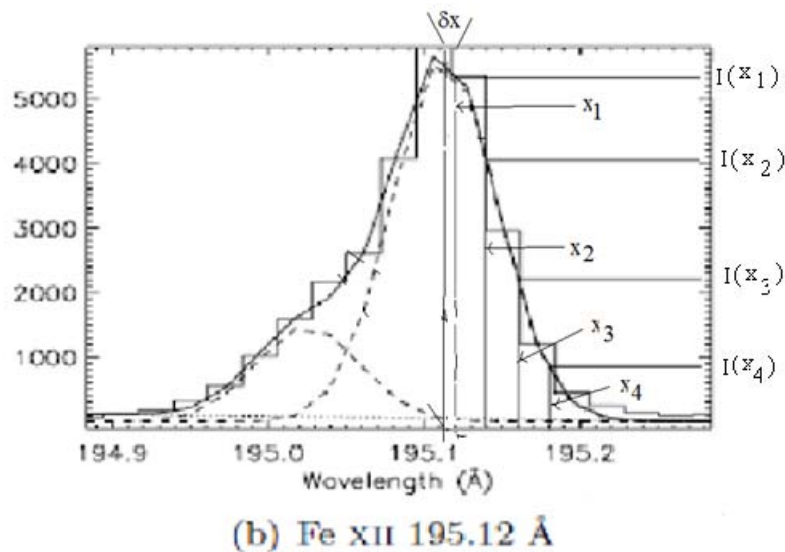


Рис.4. Асимметричный контур линии Fe 195.12, взятый из работы [11]; здесь показаны выбранные точки x_1 , x_2 , x_3 и x_4 по оси длин волн и соответствующие значения интенсивностей $I(x_1)$, $I(x_2)$, $I(x_3)$ и $I(x_4)$. В качестве произвольной точки выбрано положение центр несмещенной линии 195.12 Å.

Значение доплеровской ширины второй компоненты точно такое же, как для первичной компоненты, т.е. $0.05 \text{ \AA}$. Это соответствует предположению других авторов о равенстве доплеровских ширин обоих контуров.

Для линии Fe 192.39 $\text{\AA}$ (из той же работы) находим:

для первичной компоненты:

$$\Delta\lambda_{\Delta} = 0.034 \text{ \AA} (46.4 \text{ км/с}).$$

$$\Delta\lambda_{\text{sh}} = -0.004 \text{ \AA} (-6.2 \text{ км/с}),$$

для вторичной компоненты:

$$\Delta\lambda_{\text{sh}} = -0.085 \text{ \AA} (-132 \text{ км/с}),$$

$$\Delta\lambda_{\Delta} = 0.046 \text{ \AA} (65 \text{ км/с})$$

Для линии Fe XIII 202.04 $\text{\AA}$ находим:

для первичной компоненты:

$$\Delta\lambda_{\text{sh}} = 0;$$

$$\Delta\lambda_{\Delta} = 0.05 \text{ \AA} (71 \text{ км/с}),$$

для вторичной компоненты:

$$\Delta\lambda_{\text{sh}} = -0.09 \text{ \AA} (133 \text{ км/с});$$

$$\Delta\lambda_{\Delta} = 0.045 \text{ \AA} (63.4 \text{ км/с})$$

Заметим, что тепловая скорость ионов FeXII и FeXIII при температуре ионизационного равновесия $T=1.6 \cdot 10^6$ составляет 22 км/с . Значит, скорости нетепловых движений в 2-2.5 раза больше тепловых скоростей и спектральные линии в основном расширены нетепловыми движениями.

Отметим, что значения скоростей нетепловых движений, найденные выше, находятся в пределах значений, найденных другими авторами [6, 9, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе исследуется проблема нахождения положения центра асимметричных корональных линий, что представляет значительный интерес при исследовании величины потока массы в корону с нижних слоев атмосферы Солнца. Нами получены следующие результаты:

1. Было исследовано влияние контура вторичной компоненты на местоположение центра первичной компоненты спектральной линии; с этой целью, задавая значения величины смещения вторичного контура от 10-ти до 80-ти км/с , находим положение экстремума суммарного контура. Было

найденно, что положение центра суммарного контура может отличаться от положения центра первичного контура на $< 1 \text{ км/с}$. Можно сделать заключение о том, что наличие вторичного контура не изменяет положение центра основного контура.

2. Нами исследовалось влияние ошибочного положения центра наблюдаемой линии на значение величины асимметрии. С этой целью, смещая центр линии на величину от 0 до $\pm 5 \text{ км/с}$, мы вычисляли значения асимметрии при значениях скоростей смещения вторичной компоненты от 30-ти км/с до 100 км/с . Расчеты показали, что при этом величина асимметрии может меняться в несколько раз, даже может изменяться знак. Эти расчеты еще раз показывают насколько чувствительны значения величины асимметрии к выбору положения центра линии. Исследователи были правы, когда старались с особой тщательностью определить местоположение центра линии.
3. В данной работе мы предлагаем, как нам кажется, наиболее точным методом определения центра наблюдаемой линии. Суть метода заключается в следующем. Приняв наблюдаемый первичный контур гауссовским, мы по четырем точкам красного крыла вычисляем положение центра первичного контура. Это дает возможность определить: доплеровскую ширину первичного контура, величину смещения центра основного контура (что дает возможность определить скорость движения слоя, ответственного за основной контур), величину смещения и профиль вторичного контура.

Предлагаемый метод был применен к асимметричным контурам, приведенным в [11]. Полученные значения искомых параметров контуров находятся в пределах значений, найденных авторами в [11]. К сожалению, точное местоположение исследуемых нами контуров в наблюдаемой авторами области неизвестно и, поэтому, мы не имеем возможности сравнивать значения параметров, полученных нами и авторами [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 O.Kjeldseth Moe and K. R. Nikolas. Emission measures, electron densities and non-thermal velocities from optically thin UV lines near a quiet solar limb. **ApJ**, 1977, v. 211, pp. 579-587.
- 2 S. Patrouskas, J. A. Klimchuk and P. R. Yang. Core and wing densities of asymmetric Coronal spectral profiles: implications for the mass supply of the solar Corona. **ApJ**, 2014, v. 781, pp. 58-70.
- 3 B. De-Pontieu, S. W. McIntosh, V. H. Hansteen and C. J. Schruver. Observing the roots of Solar Coronal heating- in the Chromosphere. **ApJ**, 2009, v. 701, pp. L1-L6.
- 4 H. Peter. Asimmetries of solar coronal extreme ultraviolet emission lines. **A & A**, 2010, v. 521, pp. A51-68.
- 5 J.A. Klimchuk. The role of type II spicules in the upper solar atmosphere. **Journal of geophysical research**. 2012, v. 117, pp. A 12102-A12113.
- 6 H Hara, T. Watanabe, L.K. Harra, L. Culhane, P. R. Yong, J. T. Mariska and G. A. Doschek. Coronal plasma motions near footpoints of active region loops revealed from spectroscopic observations with *Hinode* EIS". **ApJ**, 2008, v. 678, pp L67-L71.
- 7 B. De Pontieu and S.W. McIntosh. Quasi- periodic propagating signals in the solar corona: the signature of magnetoacoustic waves or high-velocity upflows, **ApJ**, 2010, v. 722, pp. 1013-1029.
- 8 S. W. McIntosh and B. De Pontieu. High-speed transition region and coronal upflows in the quiet sun. **ApJ**, 2009, v. 707, pp. 524-538.
- 9 J. Martínez-Sukora, B. De Pontieu, V. Hansteen and S. W. McIntosh. What do spectral line profile tell us about the solar atmosphere? **ApJ**, 2011, v. 732, pp. 84—110.
- 10 D. Tripathi and A. Klimchuk. Asimmetries in spectral lines and emissions measure distribution. **ApJ**, 2014, v. 779, pp.1-13.
- 11 P. Bryans, P. R. Young and G. A. Doschek. Multiple component outflow in an active region observed with EUV imaging spectrometer on *Hinode*. **ApJ**, 2010, v. 715, pp 1012-1020.
- 12 H. Tian, W. S. McIntosh, L. Xia, J. He and X. Wang. What we can learn about coronal mass ejections, coronal dimming and extreme Ultraviolet jets through spectroscopic observations. **ApJ**, 2012, v. 748, pp. 106-127.
- 13 G. A. Doschek. The dynamic and heating of active region loops, **ApJ**, 2012, v. 754, p.153- 170.

SOME PROBLEMS OF ASYMMETRY OF CORONAL SPECTRAL LINES

S.G. Mamedov, D.M. Kuli-Zade and R.F. Ismaili

In the study of the asymmetry of the coronal lines researcher trying to determine as accurately as possible the location of the center line. In this paper we investigate the influence of the secondary component on the position of the center of the main profile and the effect of the erroneous position of the center on the value of the asymmetry; It is shown that the secondary profile can move the center of the main profile by the value $< 1 \text{ km/s}$. Further, it is shown that an erroneous position of the center of the profile by an amount of up to 5 km/sec can change the value of the asymmetry several times.

A method for determining the center of the observed asymmetric profile was proposed, the essence of which is as follows: Taking the main profile as Gaussian, they write Doppler expressions for the four points of the red wing; from this expression, it can calculate the position of the center.

Key words: Solar corona, asymmetrical coronal lines

TAC SPEKTRAL XƏTLƏRİNİN ASİMMETRIYASININ BƏZİ PROBLEMLƏRİ

S.H. Məmmədov, C.M. Quluzadə və R.F. İsmayıl

Tac spektral xətlərinin asimmetriyasını tədqiq etdikdə tədqiqatçılar spektral xəttin mərkəzinin yerini mümkün qədər dəqiq təyin etməyə çalışırlar. Təqdim olan bu işdə spektral xəttin ikinci komponentinin birinci komponentin mərkəzinə təsiri və mərkəzin düzgün təyin edilməməsinin asimmetriyanın qiymətinə təsirinə baxılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ikinci kontur birinci konturun mərkəzinə ən çoxu 1 km/s sürüşdürə bilər. Spektral xəttin mərkəzinin 5 km/s -yə qədər düzgün qoyulmaması asimmetriyanın qiymətinin bir neçə dəfə dəyişməsinə səbəb ola bilər. Göstərilmişdir.

Müşahidə edilən asimmetrik konturların mərkəzinin tapılması üçün üsul irəli sürülmüşdür. Üsulun məzisi belədir: Birinci konturun profili Gauss qəbul edilir və bu profilin qırmızı qanadının dörd nöqtəsinin intensivliyinə Doppler ifadəsi yazılır; bu ifadələrdən spektral xəttin mərkəzi tapılır.

Açar sözlər: Günəş tacı, spektral xətlərin asimmetriyası

СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ СВЕРХГИГАНТА HD225094

© 2014 г. Я.М. Магеррамов, В.М. Халилов

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана
(e-mail: y_meherremov@rambler.ru)

В статье представлены сведения о звезде-сверхгиганте HD225094 и о необычных особенностях, наблюдаемых в ее спектрах, полученных в 2013 году в ШАО. Было выявлено, что профили линии H_{α} типа Р Cug имеют структуры, меняющиеся за короткое время, а также уникальный наблюдательный факт исчезновения профиля линии H_{α} в спектре HD225094. Кроме того, при изучении линий H_{α} и H_{β} в спектре этой звезды было выявлено, что происходят изменения со временем значений лучевых скоростей и спектральных параметров этих линий.

Ключевые слова: сверхгигант, профиль линии H_{α} , спектральные параметры

ВВЕДЕНИЕ

Звезда - сверхгигант HD225094 (V639 Cas), согласно последним исследованиям, относится к звездам, обладающим Р Cug-профилем линии H_{α} . В работах [1-6] подробно представлены основные характеристики звезды: спектральный класс - B3Ia, видимая звездная величина - $m_V = 6^m.27$, масса - $M/M_{\odot} = 27$, радиус - $R/R_{\odot} = 54$, светимость - $\log L/L_{\odot} = 5.12$, ускорение силы тяжести на поверхности - $\log g = 2.3$, скорость вращения - $v \sin i = 68$ км/с и расстояние до звезды - $r = (1075 \pm 660)$ пс.

Спектральным и фотометрическим исследованиям этой звезды посвящено большое количество работ, в которых, в основном, исследуются физические параметры и некоторые фотометрические данные звезды. Так, в работе Принжа и Массы [1] показано, что звезда HD225094 относится к спектральному типу и классу светимости B3Ia, Ян Ховарс и др. [2] по IUE-спектрам провели исследования большого количества звезд спектрального класса О, В и, в том числе, и для звезды HD225094 ими была определена эффективная температура и скорость вращения ($T_{\text{eff}} = 16500\text{K}$, $v \sin i = 68$ км/с).

В работе [3] приведены исследования спектральных линий, наблюдаемых в атмосферах 46-ти разных гигантов и сверхгигантов, относящихся к спектральному классу О, В, А. Измерены эквивалентные ширины спектральных линий, и подробно исследована зависимость усиления или уменьшения интенсивности рассматриваемых

линий от температуры. Здесь же приводятся результаты, полученные по звезде HD225094, и указано на ее принадлежность к ассоциации Cas OB5.

В работе других исследователей (Лейсер и Вольф [4]) отмечается, что звезда HD225094 относится к спектральному типу и классу светимости B3Ia, $T_{\text{eff}} = 16200\text{K}$, $E(B-V) = 0^m.44$, $M_V = -7^m.1$, $M_{\text{bol}} = -8^m.4$, $R/R_{\odot} = 54$, $M/M_{\odot} = 27$, $\log g = 2.3$. Несколько отличные результаты получены авторами в [5]: $T_{\text{eff}} = 18000\text{K}$, $\log g = 2.20$, $\log L/L_{\odot} = 5.12$, $V \sin i = 60$ км/с, $V_{\text{turb}} = 9$ км/с и расстояние до звезды $r = 11.7$ кпс.

Генова и Бекманом [6] исследованы наблюдаемые в спектрах звезды HD225094 линии NaI ($\lambda 5890\text{\AA}$, $\lambda 5896\text{\AA}$), измерены их эквивалентные ширины, и представлены контуры этих линий, рассмотрены их изменения. Как интересный факт отмечается разброс в минимальных и максимальных значениях эквивалентных ширин линий NaI $\lambda 5890\text{\AA}$ (75.7 м $\text{\AA}$ и 673.5 м $\text{\AA}$) и NaI $\lambda 5896\text{\AA}$ (44.1 м $\text{\AA}$ и 565.7 м $\text{\AA}$), соответственно. Определено расстояние до звезды $r = (1075 \pm 660)$ пс. и уточнена видимая звездная величина - $m_V = 6^m.25$. Кендалл и др. [7] определили температуру звезды $T_{\text{eff}} = 19430\text{K}$, а также значения $\log g = 2.07$ и $[c_i] = 0^m.063$.

А.Пасок и И.Колка [8] по 10-ти качественным спектрограммам, полученным в течении 7 лет на 1.5 метровом телескопе с дисперсией 27 $\text{\AA}/\text{мм}$, провели исследования линии H_{α} звезды HD225094. Из представленных ими в работе контуров видно,

что профили линии H_{α} наблюдаются в виде P Cуг, инверсного P Cуг профиля, либо находятся в полном поглощении. В работе также отмечаются структурные изменения в профилях линии H_{α} (напр. спектры, полученные 30.03.1983 и 19.04.1988), когда компоненты поглощения и излучения ослабевают и их остаточные интенсивности равны 0.94 и 1.06, соответственно. Следует отметить, что подобные наблюдательные факты можно принять, как относительное уменьшение интенсивности компонент линии H_{α} . В этой же работе приводятся интересные изменения значений эквивалентных ширин и лучевых скоростей компонент поглощения и излучения линии H_{α} . Анализ измерений показывает, что лучевая скорость компоненты поглощения линии H_{α} в течение одной ночи изменилась на 20 км/с. Все эти изменения привели авторов к мнению, что атмосфера исследуемой звезды очень активна, а ввиду малочисленности полученного качественного спектрального материала и непоследовательного их получения, многие особенности атмосферы звезды остались невыясненными.

Надо отметить, что кроме приведенных выше работ по звезде HD225094, касающихся спектральных исследований линии H_{α} , в научной литературе мы не обнаружили больше работ на эту тему. В силу чего можно заключить, что атмосфера звезды сверхгиганта HD225094 исследована очень слабо. Поэтому, начиная с сентября 2013 года, звезда была включена в наблюдательную программу по исследованиям звезд-сверхгигантов, которая проводится на 2-х метровом телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории им. Н.Туси.

Основная цель этой работы - проведение анализа атмосферы звезды на основе высококачественного спектрального материала, полученного, по возможности, из непрерывного ряда наблюдений.

НАБЛЮДЕНИЯ И ИХ ОБРАБОТКА

С сентября 2013 года по февраль 2014 года в фокусе Кассегрена 2-х метрового телескопа ШАО им. Н.Туси с помощью эшелле-спектрометра [9] были получены около 35

высококачественных спектрограмм звезды HD225094. Используемый светоприемник: ПЗС- матрица с размерами 530x580 пикселей. Спектральный диапазон 4700 - 6700 Å, спектральное разрешение - $R=15000$, отношение сигнала к шуму - $S/N=150-200$. Полученные спектры обработаны с помощью пакетов программ DECH-20 и DECH-20T, разработанных в CAO РАН [10]. Лучевые скорости измерялись с точностью ± 2 км/с, ошибки измерения эквивалентных ширин не превышали $\sim 5\%$.

В некоторые «интересные» ночи были получены по несколько пар спектрограмм с целью прослеживания дальнейшего развития событий в атмосфере звезды.

Обработка водородных линий (H_{α} и H_{β}) в спектре HD225094 сразу выявила резкие изменения, происходящие в профилях линии H_{α} со временем. Первые наблюдения (сентябрь- октябрь 2013 г.) указывали на то, что линия H_{α} показывает нормальный P Cуг-профиль с некоторыми изменениями, которые являются обычными для большинства звезд-сверхгигантов. В течение этого времени происходят изменения спектральных параметров и лучевых скоростей компонент поглощения и излучения линии H_{α} и лучевых скоростей линии H_{β} , которая всегда находится в поглощении (Рис.1 и 3).

На Рис.1 приведен участок спектра, где в одном и том же порядке, кроме линии H_{α} , присутствуют линии углерода CII ($\lambda 6578$ Å, $\lambda 6583$ Å). В отличие от полученных в сентябре- октябре 2013 г спектрограмм звезды HD225094, на спектрах звезды, полученных 23-25 ноября 2013 г., отмечается почти полное исчезновение профиля линии H_{α} . На месте линии ($\lambda 6562,816$ Å) можно выделить атмосферные линии поглощения и шум. В эти же ночи нами были получены спектры других звезд сверхгигантов HD199478, HD198478 (55 Cуг), HD14143, у которых профили линии H_{α} показывали нормальный P Cуг-профиль, и звезд сравнения. Дополнительно можно отметить, что за исключением линии H_{α} , все остальные линии химических элементов, наблюдаемые в спектре звезды HD225094 (H_{β} , CII и др.) при

этом не претерпели никаких заметных изменений (Рис.1, 2 и 3). Соотношение сигнал-шум в указанные ночи оставалось постоянным - $S/N = 200$. Поэтому полное исчезновение профиля линии H_{α} в спектрах звезды HD225094, полученных 23-25 ноября 2013 г., вполне реальная картина, и это вполне может быть связано со сложными физическими процессами, происходящими на самой звезде. На Рис. 2 отдельно показаны участки спектра, где должна была бы, находится линия H_{α} , на спектрограммах, полученных 23-25 ноября 2013 и профили линии H_{β} в эти же даты.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Следует отметить, что профиль линии H_{α} в спектре звезды HD225094 за время наблюдений на 2-х метровом телескопе ШАО

наблюдался в следующих четырех видах: Р Суг- профиль; профиль линии только в излучении; в виде двойной линии поглощения (или линии поглощения со слабой эмиссией); полное отсутствие профиля линии. Как видно из Рис.2, 23 ноября были получены 6 спектров, 24 ноября - четыре и 25 ноября - всего три спектра звезды HD225094. Лишь на последней полученной спектрограмме (25 ноября) на фиолетовой стороне будущего профиля линии H_{α} ($\lambda 6562.816 \text{ \AA}$) начала формироваться очень слабая, широкая компонента поглощения. К большому сожалению, погодные условия ни до 23 ноября, ни после 25 ноября 2013 года не позволили получить спектры звезды HD225094, которые могли бы пролить свет на переходные моменты этого интересного процесса.

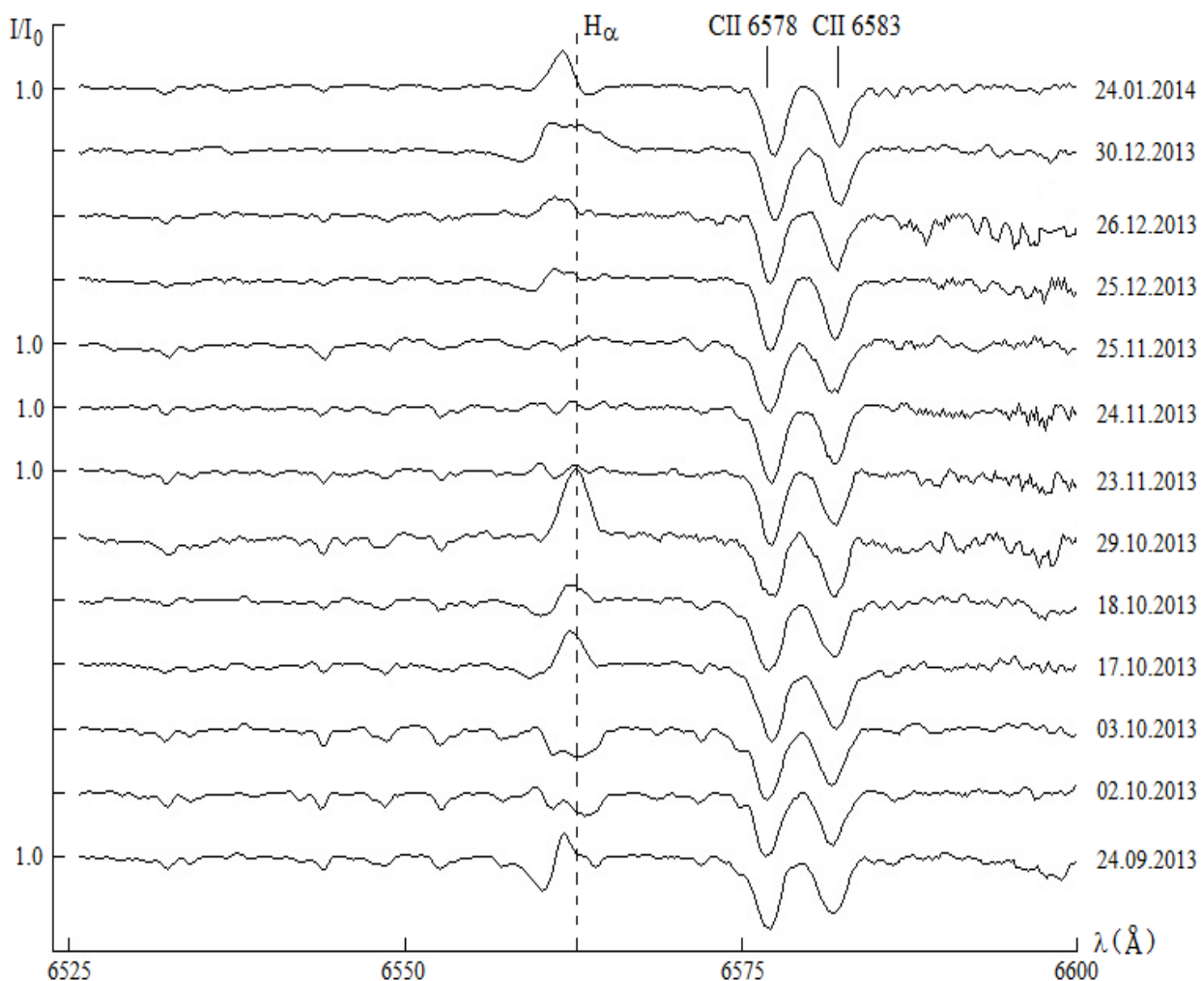


Рис.1. Фрагменты участков спектра звезды HD225094 с линией H_{α} и прилегающими участками спектра в наблюдаемом порядке.

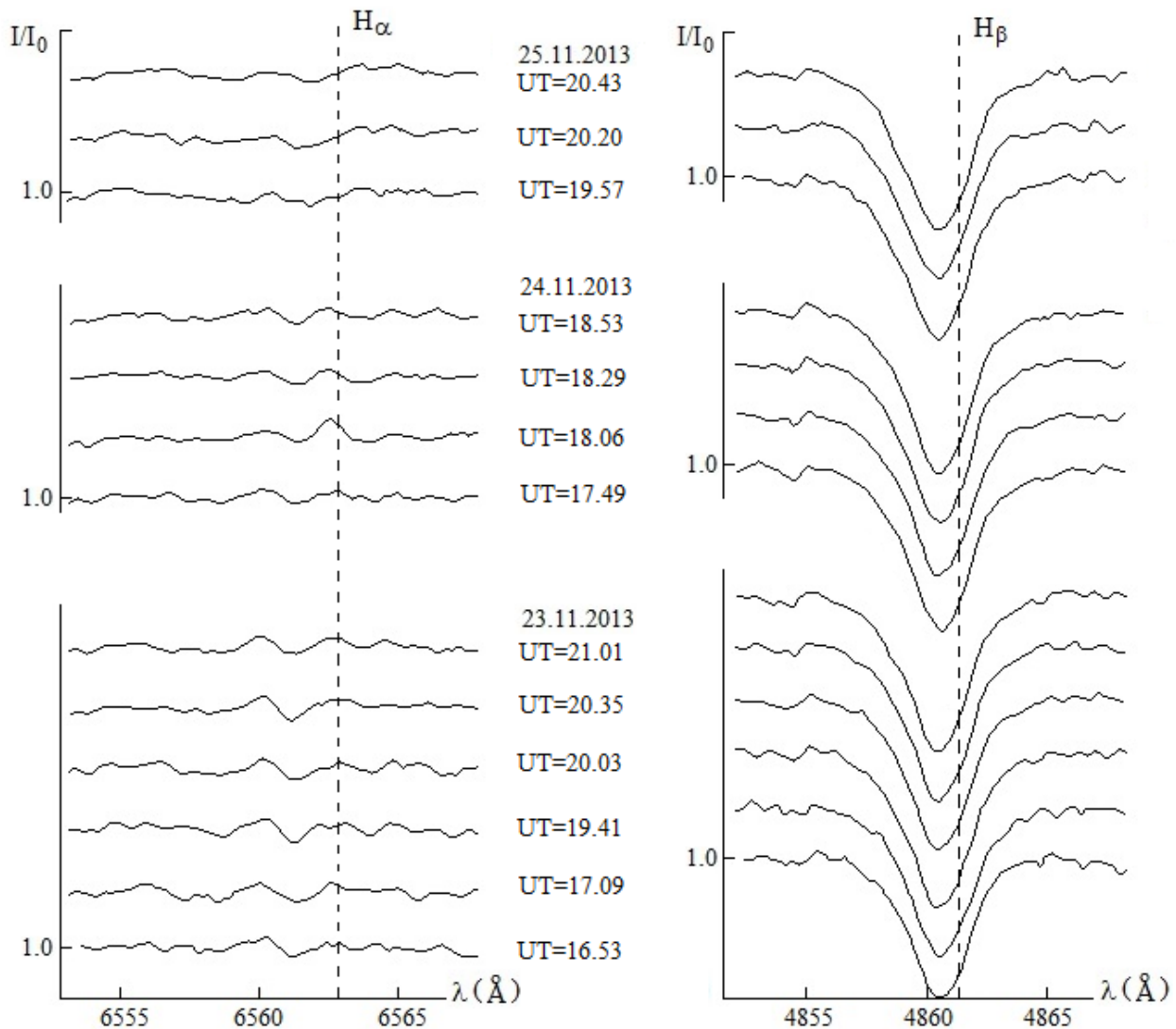


Рис. 2. Профили линий $H\alpha$ и $H\beta$ звезды HD225094, полученные 23-25 ноября 2013 года.

Хотя мы очень старались, получая по несколько спектров в течение этих ночей. В работе А.Пасок и И.Колки [8] также приведены случаи относительно слабых интенсивностей линии $H\alpha$. Поэтому, анализируя наблюдательные факты, можно предположить, что исчезновение профиля линии $H\alpha$ в спектре звезды HD225094 - повторяющийся процесс. Для того, чтобы выявить насколько этот процесс реален и происходит ли он периодически, нужны дополнительные наблюдения, которые планируются в дальнейшем провести в ШАО.

Для подробного исследования факта исчезновения профиля линии $H\alpha$ в спектре звезды HD225094, были вычислены эквивалентные ширины, лучевые скорости, полуширины и остаточные интенсивности

линий $H\alpha$, $H\beta$, HeI ($\lambda 5876\text{\AA}$), Si II ($\lambda 6578\text{\AA}$, $\lambda 6583\text{\AA}$) и Si II ($\lambda 6347\text{\AA}$, $\lambda 6371\text{\AA}$) и др. в дни, предшествующие исчезновению профиля и в последующие дни получения спектров звезды. Приведем некоторые интервалы изменения лучевых скоростей и некоторых спектральных параметров линий $H\alpha$ и $H\beta$.

Измерения показали, что лучевая скорость синесмещенной компоненты поглощения линии $H\alpha$ меняется в пределах $-209 \div -107$ км/с, и только в случае, когда линия поглощения наблюдается как двойная, скорости компонент равны -73 и $+41$ км/с, соответственно. Иногда, наблюдается красносмещенная компонента линии $H\alpha$, которая показывает скорость $+16$ км/с. Лучевая скорость компоненты излучения линии $H\alpha$ меняется в интервале $-99 \div -7$ км/с.

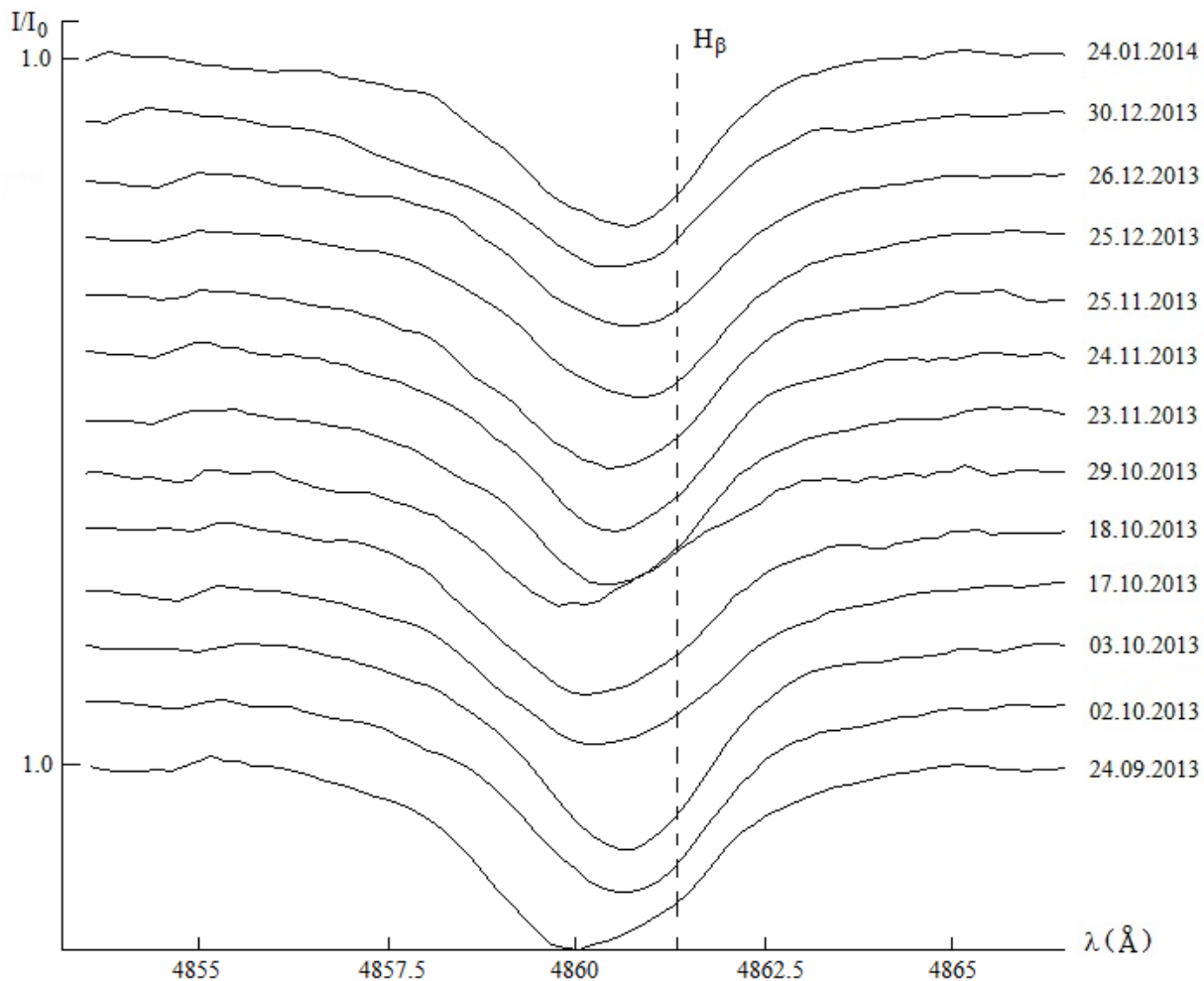


Рис.3. Профили линии $H\beta$ в спектре звезды HD225094.

Лучевая скорость линии $H\beta$ меняется в пределах $-84 \div -33$ км/с.

Эквивалентная ширина компоненты поглощения линии $H\alpha$ меняется в пределах $0.01 \div 0.36$ Å, компоненты излучения - $0.04 \div 0.46$ Å, а линия $H\beta$ меняется в пределах $0.85 \div 1.20$ Å. Таким образом, все измеренные параметры линий $H\alpha$ и $H\beta$ и их лучевые скорости изменяются со временем. Переменность показывает и линия $H\beta$. Изменения ее эквивалентной ширины указывает на наличие у линии незаметной эмиссионной составляющей, которая влияет на профиль линии, и ее лучевую скорость. Выявляется такая картина: когда исчезает профиль линии $H\alpha$, линия $H\beta$ начинает как бы пульсировать, т.е. происходит сначала уменьшение интенсивности, а затем подъем и вновь уменьшение интенсивности линии.

Как известно, линии $H\alpha$ и $H\beta$ образуются в верхних слоях атмосферы звезды, т.е. в слоях, где формируется переменный звездный ветер.

На основе наблюдений разного вида профилей линий в спектрах звезд-сверхгигантов, можно прийти к выводу о том, что в их оболочках происходят нестационарные процессы, отражающиеся в профилях линий. В результате переменного, не сферичного ветра, наблюдаемого у звезд-сверхгигантов, при определенных условиях могут возникнуть такие случаи, когда интенсивности (W) компонент поглощения и излучения линии $H\alpha$ и их ширины ($\Delta\lambda$) становятся равными друг другу. А в случае совпадения по длине волны центральных интенсивностей компонент поглощения и излучения линии $H\alpha$, может в итоге привести к наблюдению отсутствия профиля линии $H\alpha$ у звезды HD225094 [11,12]. В этом случае

компоненты как бы компенсируют друг друга, а переменный звездный ветер еще более сглаживает наблюдаемую картину. Известно, что у сверхгигантов наличие переменного ветра и его ускоренного движения вызвано сильным потоком излучения от звезды [14]. У этих звезд внешние слои атмосферы подвержены более интенсивным изменениям, чем внутренние слои атмосферы. Таким образом, поток излучения звезды и переменный звездный ветер приводят к соответствующим изменениям во внешних слоях атмосферы и в оболочке звезды. В итоге мы наблюдаем переменные поглощающие и излучающие компоненты различных форм Р Суг-профиля линии H_{α} звезды HD225094. Особый интерес вызывает сохранение таких условий в течение трех суток, а возможно и более длительного времени. Почти у всех звезд-сверхгигантов наблюдается сферически несимметричное истечение вещества с разными скоростями и разной плотностью [13,16-17].

Как известно причиной возникновения переменного звездного ветра в сверхгигантах является пульсация [15]. Если наблюдаемые исчезновения линии H_{α} у звезды HD225094, связаны с пульсацией, то они должны наблюдаться периодически. Количество полученного наблюдательного материала и их непоследовательность по времени наблюдений не позволяет сделать таких, далеко идущих выводов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Полученные спектрограммы звезды-сверхгиганта HD225094 (V639 Cas) показали, что профиль линии H_{α} в основном находится в форме Р Суг и проявляет переменность со временем. Впервые установлено, что исчезает профиль линии H_{α} в спектре звезды HD225094 в некоторые даты наблюдений. Особый интерес вызывает сохранение таких условий в течении трех суток, а возможно и более длительного времени.
2. Возможно, что исчезновение профиля линии H_{α} вызвано несферичным звездным ветром и нестационарностью атмосферы звезды. Этот факт может быть результатом

взаимодействия переменного звездного ветра с потоком вещества, направленного в противоположную от наблюдателя сторону. Возможно, таким образом красносмещенной линией поглощения в профиле H_{α} компенсируется линия излучения.

3. Факт исчезновения профиля линии H_{α} - повторяющийся процесс как для звезды HD225094, так и для других звезд-сверхгигантов, обладающих активными атмосферами (линия H_{α} показывает Р Суг-профиль) [11, 12].

В заключение выражаем благодарность за содействие и помощь в проведении постоянных наблюдений за звездой HD225094 Х.М. Микайлову, И.А. Алекперову, А.С. Исмаилову, Н.И. Гюльмалыеву и М.Ш. Гусейнову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prinja R.K., Massa D.L., Signature of wide-spread clumping in B supergiant winds. **Astronomy and Astrophysics**, 2010, v.521, L 55, pp. 1-4.
2. Howarth I.D., Siebert K.W., Hussain G.A.J. and Prinja R.K., Cross-correlation characteristics of OB stars from IUE spectroscopy. **Mon.Not.Astron.Soc.**, 1997, v.284, pp. 265-285.
3. Lennon D.J., Dufton P.L., Fitzsimmons A., Galactic B-supergiants II. Line strengths in the visible – Evidence for evolutionary effects. **Astronomy and Astrophysics, Suppl. Ser.**, 1993, v.97, pp. 559-585.
4. Leitherer C. and Wolf B., Early-type stars in OB associations in the infrared, I. Extinction law and IR excesses. **Astronomy and Astrophysics**, 1984, v.132, pp. 151-162.
5. McErlean N.D., Lennon D.J., and Dufton P.L., Galactic B-supergiants: A non-LTE model atmosphere analysis to estimate atmospheric parameters and chemical compositions. **Astronomy and Astrophysics**, 1999, v.349, pp. 553-572.
6. Genova, Ricardo and Beckman, John E., Kinematical structure of the local interstellar medium: The Galactic Anticenter Hemisphere. **The Astrophysical Journal Supplement Series**, 2003, v.145, pp. 355-412.
7. Kendall T.R., Conlon E.S., Dufton P.L. and Keenan F.P. Ultraviolet Fe III lines in the spectra of high galactic latitude early – type stars. **Astronomy and Astrophysics**, 1994, v.290, pp. 563-572.
8. Pasok A., Kolka I., The H_{α} profile variations in the spectrum of HD225094, B3Ia. **Commissions 27 and 42 of the IAU information Bulletin on variable stars**, Konkoly Observatory, Budapest, 1992, 3804, pp. 1-3.
9. Микайлов Х.М., Халилов В.М., Алекберов И.А. Эшелле – спектрометр фокуса кассегрена 2 – х

- метрового телескопа ШАО НАН Азербайджана, **ŞAR Sirkulyarı**, 2005, №109, с. 21–29.
10. Галазутдинов А.Г. Система обработки Эшелле-спектров DECH20. **Препринт САО** 1992, № 92.
 11. Магеррамов Я.М., Спектральная переменность звезды 55 Cyg (B3Ia). **Астрономический журнал**, Москва (РФ), 2013, т. 90, № 4, с.339-346.
 12. Магеррамов Я.М., О переменности профилей линий H_{α} и H_{β} в спектрах звезды 55 Cyg. **Кинематика и Физика Небесных Тел**, Киев (Украина), 2013, т. 29, №2, с.40-49.
 13. Rosendhal J.D. A Survey of H-alpha emission in early-type high-luminosity stars. **Astrophys.J.** 1973. v. 186. pp. 909-937.
 14. Де Ягер. К. **Звезды наибольшей светимости**. Москва, Мир, 1984, -493 с.
 15. Кокс Дж.П. **Теория звездных пульсаций**, Москва, МИР, 1983, -326 с.
 16. Соболев В.В. **Движущиеся оболочки звезд**. М.: Наука, 1947. – 77 с.
 17. Соболев В.В. **Курс теоретической астрофизики**. М.: Наука, 1985. – 503 с.

HD225094 İFRATNƏHƏNG ULDUZUNUN SPEKTRAL DƏYİŞKƏNLİKLƏRİ

Y.M. Məhərrəmov, V.M. Xəlilov

Məqalədə HD225094 ulduzu haqqında məlumatlar və onun ŞAR –da 2013 – cü ildə alınmış spektrlərində qeyri-adi xüsusiyyətlər təqdim olunur. HD225094 ulduzu spektrlərində P Cyg tipli H_{α} xətti profilinin strukturunun qısa zamanda dəyişməsi və həmçinin H_{α} xəttinin profilinin tam yox olması kimi unikal müşahidə faktı aşkar olunmuşdur. Bundan əlavə, bu ulduzun spektrlərində müşahidə olunan H_{α} və H_{β} xətləri tədqiq edilərkən aşkar olmuşdur ki, bu xətlərdə şüa sürəti və spektral parametrlərin qiymətləri zamandan asılı olaraq dəyişir.

Aparıcı sözlər: İfratnəhəng, H_{α} xəttinin profili, spektral parametrlər

SPECTRAL VARIABILITIES OF THE STAR HD225094

Y.M. Maharramov, V.M. Khalilov

In the article information about HD225094 star and unusual spectral features are presented which obtained at the ShAO in 2013. It was revealed that the profile of the H_{α} line indicates variable structure for a short time and also the unique observational fact of the disappearance of the H_{α} profile have been found in the spectra of the star HD225094. In addition, researching the H_{α} and H_{β} lines in the spectra of this star was revealed that values of the radial velocity and spectral parameters in these lines changes depending on the time.

Key words: Supergiant, the profile of the H_{α} line, spectral parameters