

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI**

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

**2012
CİLD 7
№ 1**

**AZERBAIJANI ASTRONOMICAL
JOURNAL**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYA JURNALI

Cild 7 – № 1 – 2012

Azerbaijan National Academy of Sciences

Национальная Академия Наук Азербайджана

AZERBAIJANI
ASTRONOMICAL
JOURNAL

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
АЗЕРБАЙДЖАНА

Volume 7 – No 1 – 2012

Том 7 – № 1 – 2012

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.

Baş Redaktor: Ə.S. Quliyev

Baş Redaktorun Müavini: E.S. Babayev

Məsul Katib: P.N. Şustarev

REDAKSIYA HEYƏTİ:

Cəlilov N.S.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Hüseynov R.Ə.	Bakı Dövlət Universiteti
İsmayilov N.Z.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Qasimov F. Q.	AMEA Fizika İnstitutu
Quluzadə C.M.	Bakı Dövlət Universiteti

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

© 2012 Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.
© 2012 AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.
Bütün hüquqlar qorunmuşdur.
Bakı – 2012

“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.Бабаяев

Ответственный секретарь: П.Н.Шустарев

Редакционная коллегия:

Джалалов Н.С. (Шамакхская Астрофизическая Обсерватория)

Гусейнов Р.Э. (Бакинский Государственный Университет)

Исмаилов Н.З. (Шамакхская Астрофизическая Обсерватория)

Гасимов Ф.К. (Институт физики НАНА)

Гулузаде Дж.М. (Бакинский Государственный Университет)

Технический редактор: Аскеров А.Б.

Адрес редакции:

Азербайджан, Баку, AZ-1001, ул. Истиглалийат 10, Президиум НАНА

Журнал издается в Шамакхской 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, 2012 г.

© Шамакхская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАНА, 2012 г. Все права защищены.

Баку - 2012

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

Editorial board:

Jalilov N.S. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Huseynov R.A. (Baku State University)

Ismayilov N.Z. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Gasimov F.G. (Institute of Physics of ANAS)

Guluzade J.M. (Baku State University)

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

© 2012, Azerbaijan National Academy of Sciences.

© 2012, Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi, ANAS. All rights reserved..

Baku -2012

MÜNDƏRİCAT

TRANSNEPTUN PLANET CISIMLƏRİ VƏ ROMETLƏRİN ƏLAQƏSİ MƏSƏLƏSİ
BARƏDƏ

Ə.S.Quliyev, Ş.A.Nəbiyev, R.Ə.Quliyev, Ə.S.Dadaşov

5

AB AUR ULDUZUNUN OPTİK SPEKTRİNDƏ TEZDƏYİŞMƏLƏR

N.Z.İsmayılov, O.V.Xəlilov

13

55 CYG ULDUZUNUN 1999-2000 Cİ İL SPEKTRİNDƏ XƏTLƏRİN
PROFİLLƏRİNDƏKİ DƏYİŞKƏNLİK.

X.M. Mikayılov, İ.Ə. Ələkbərov, A.X. Rzayev

23

HD14662 (F7 Ib) ULDUZUNUN FUNDAMENTAL
PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

Z.A. Səmədov, Ə.M. Xəlilov, Ə.R.Həsənova, F.G.Həsənova

36

CONTENTS

ON THE QUESTION OF RELATION OF COMETS TO KUIPER BODIES A.S.Guliyev, Sh.A.Nabiyev, R.A.Guliyev, A.S.Dadashov	5
QUICK TIME VARIABILITY IN THE VISUAL SPECTRUM OF AB AUR N.Z. Ismailov, O.V. Khalilov	13
VARIABILITY OF THE LINES PROFILES IN THE SPECTRUM OF THE 55 CYG FOR THE PERIOD 1999-2000. Kh.M. Mikailov, I.A. Alekberov , A.Kh. Rzaev	23
DETERMINATION OF FUNDAMENTAL PARAMETERS OF THE STAR HD14662 (F7 Ib) Z.A Samedov, A.M.Khalilov, A.R.Hasanova, F.G.Hasanova	36

СОДЕРЖАНИЕ

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ КОМЕТ С КОЙПЕРОВЫМИ ТЕЛАМИ А.С.Гулиев, Ш.А. Набиев, Р.А. Гулиев, А.С. Дадашов	5
БЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА AB AUR Н.З.Исмаилов, О.В. Халилов	13
ПЕРЕМЕННОСТЬ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ 55CYG в 1999--2000 гг. Х.М.Микаилов, И.А. Алекберов, А.Х. Рзаев	23
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕЗДЫ HD14662 (F7 Ib) З.А.Самедов, А.М.Халилов, А.Р.Гасанова, Ф.Г.Гасанова	36

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ КОМЕТ С КОЙПЕРОВЫМИ ТЕЛАМИ

© 2012 г. А.С.Гулиев¹, Ш.А. Набиев¹, Р.А. Гулиев¹, А.С. Дадашов²

¹Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

²Батабатская Астрофизическая Обсерватория
(e-mail: ayuub54@yahoo.com)

В статье исследуется вопрос о связи определенной части комет с транснептуновыми телами (TNO), имеющими диаметр больше 200 км. С этой целью анализируется распределение минимальных межорбитальных расстояний (MOID) этих тел и 1040 комет. Введен параметр t , характеризующий степень избыточности MOID для каждого выбранного тела. По нашему мнению, резкое преобладание положительных значений этого параметра над отрицательными указывает на то, что выбранный TNO участвует в трансфере комет. В случае, когда MOID меньше 1 а.е. и 0.5 а.е. соотношение t составляет 56:36 и 54:38, соответственно. Обнаружена слабая, но значимая корреляционная зависимость между значениями t и I (наклон орбиты). Полученные результаты показывают, что TNO могли сыграть определенную роль в трансфере комет.

Ключевые слова: TNO, кометы, MOID

Настоящая статья является логическим продолжением работы [1], где исследуются статистические аспекты связи определенной части комет с транснептуновыми планетными телами (TNO). Методика и объекты исследования остаются почти такими же, как в цитируемом источнике, разница лишь в том, что в настоящей работе в качестве индикатора взаимосвязи указанных двух категорий тел мы будем использовать не удаленные узлы кометных орбит, а межорбитальные минимальные расстояния (MOID) в шкале комета-TNO.

Объектами исследования нашей работы стали 92 TNO с диаметрами больше 200 км. С другой стороны, в работе использованы данные для 1048 комет с афелийными и перигелийными расстояниями $Q > 30$ а.е. и $q > 0.1$ а.е., соответственно, наблюдавшихся до 2012 г. Короткоперигелийные кометы (спорадические и сконцентрированные в отдельных группах) исключены из рассмотрения. Если комета разделилась на несколько частей, то в работе использованы данные только одного фрагмента, получившего в каталогах обозначение А. Данные по кометам взяты из каталога [2] и отдельных Циркуляров Международного Астрономического Центра, изданных в период после 2008 г. Данные по TNO, в основном заимствованы с сайта [3], а также из номеров тех же Циркуляров.

Целью работы является проверка степени избыточности прохождения комет в зоне движения TNO. Под «зоной движения» подразумеваем следующее:

1. Зона, соответствующая расстоянию 1 а.е. от орбиты выбранной TNO;
2. Зона, соответствующая расстоянию 0.5 а.е. от орбиты выбранной TNO;
3. Зона, соответствующая расстоянию 0.1 а.е. от орбиты выбранной TNO.

Как явствует из поставленной задачи, в настоящей работе изучаются совокупности MOID для каждого выбранного TNO с одной стороны, и совокупности рассматриваемых комет, с другой.

Методика исследования является такой же, как и в работе [1]. По количеству кометных прохождений зона движения выбранной TNO сравнивается с 67 моделированными зонами, отличающимися от нее только по параметрам Ω (долгота восходящего узла) и I (наклон). При этом Ω варьируется от 0^0 до 330^0 с шагом 30^0 , а I - от 0^0 до 90^0 с такими шагами, чтобы полюса соответствующих плоскостей были равноудалены друг от друга. В конечном счете, определяются следующие величины: N – количество кометных прохождений в зоне движения выбранной TNO; n , σ , t и α – средняя величина кометных прохождений по 67 зонам, нормированная разность ($t = (N - n) / \sigma$), дисперсия и доверительная вероятность t , соответственно. В качестве проверки достоверности величин t и α

целесообразно использовать односторонний критерий Стьюдента, что приводит к значениям 1.67 и 0.95, соответственно.

Для вычисления значения r (MOID) была использована следующая формула:

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

Здесь $R(dn)$ является расстоянием TNO в направлении удаленного узла кометной орбиты, q и e - неинвариантные элементы кометной орбиты, i и ω - угловые элементы кометной орбиты, v - истинная аномалия кометы. Заметим, что последние три элемента отсчитываются относительно плоскости орбиты TNO, а не эклиптики, причем точкой отсчета является ее восходящий узел. Формула получена из основных преобразований сферических треугольников и требования нахождения скалярной величины вектора TNO-комета в треугольнике Солнце- TNO-комета.

Естественно, указанная формула содержит определенную неточность, так как расстояние планеты в направлении удаленного узла кометной орбиты может несколько отличаться от истинного направления, где расстояние между TNO и кометой минимально. Однако, для решаемой задачи и ее конечной цели, такая неточность заметной роли не играет. Во всяком случае, крайне маловероятно, что избыточность кометных прохождений в интересующих нас зонах могут быть результатами такой неточности, скорее всего наоборот, результат мог бы быть более значимым при точном учете расстояния планеты.

Таким образом, на первом этапе наших расчетов для 92 TNO и 1048 комет вычислены значения r (всего 96416 значений). Трудно оценить какому закону должно подчиняться их распределение, но оно при каждом выделенном TNO должно охватить интервалы от 0 до Q (афелийные расстояния планетного тела). При предварительном изучении совокупности значений r прежде всего обращает на себя внимание существование значительного количества малых значений (Таблица 1). Не исключено, что при более строгих расчетах, и в случае,

если бы кометные и планетные данные содержали большую точность, картина была бы более впечатляющей.

Таблица 1. Количество r в разных интервалах.

Интервал r , а.е.	N
<0.05	11
<0.1	32
<0.2	105
<0.5	552
<1	2077

Так или иначе, для определения степени избыточности кометных пересечений в зонах движения TNO мы используем вышеописанный способ сравнения. Конечные результаты для 92 TNO приведены в Таблице 2.

Анализ данных для случая $r < 1 \text{ а.е.}$ показывает, что 13 значений t имеют вероятную значимость, больше чем 0.95. Обращает также на себя внимание тот факт, что между положительными и отрицательными значениями t существует значительный разрыв. Их отношение составляет 56:36, что далеко не случайно. Распределение значений в возрастающем порядке приводится на Рис.1. В случае $r < 0.5 \text{ а.е.}$ практически наблюдается такая же картина (отношение 54:38), а количество достоверных t составляет 9. А в случае $r < 0.1 \text{ а.е.}$ большой разброс значений t и в частности, отношение 67:25, скорее всего свидетельствует об их неуверенности. Видимо этот случай будет представлять интерес только тогда, когда количество данных по планетам и кометам, а также их точность, будут намного больше, чем сейчас.

Таблица 2. Результаты вычислений MOID кометных орбит для выделенных транснептуновых планетных тел.

TNO	q	e	ω	Ω	i	H	r(t<1)	r(t<0.5)	r(t<0.1)
2009 UE7	38.3	0.14	99.4	141.4	29.1	4.5	-1.23	-0.55	-0.42
2004 PR107	38.98	0.15	355.64	38.10	19.43	4.6	1.34	-0.1	1.11
2008 ST291	42.61	0.58	325.49	330.98	20.75	4.3	-1.13	-0.17	-0.25
2006 HH23	30.08	0.46	0.4	240.14	44.0	5.2	-1.64	-0.83	-0.44
2001 QF298	34.89	0.11	42.30	164.19	22.38	5.4	-0.99	0.83	1.44
1996 GQ21	38.29	0.6	356.88	194.14	13.33	5.2	-0.98	-0.61	-0.39
2002 WC19	35.22	0.26	45.32	109.69	9.19	5	1.63	0.58	1.96
1996 TL66	35.01	0.58	184.4	217.74	23.97	5.4	0.66	-0.38	-0.32
2005 RM43	35.00	0.61	318.3	84.6	28.8	4.4	1.03	-0.33	-0.44
2006 QH181	37.60	0.44	211.0	73.77	19.26	3.8	-1.19	-1.93	-0.35
2007 JH43	38.58	0.03	356.99	64.61	18.13	4.7	-0.97	-1.91	-0.46
2004 XR190	51.41	0.11	283.53	252.36	46.66	4.5	-0.06	-0.73	-0.39
2010 EK139	32.45	0.53	284.84	346.26	29.5	3.8	-1.05	-0.92	-0.53
2002 UX25	36.43	0.08	275.49	302.7	14.8	3.6	0.17	0.19	4.4
2010 ET65	39.62	0.36	354.01	189.55	30.66	5.2	-0.27	-0.85	-0.4
2007 JJ43	40.27	0.16	9.02	275.52	12.06	3.7	-0.14	-0.76	-0.44
2002 TX300	37.79	0.12	343.1	97.30	17.2	3.2	-0.85	-0.48	-0.44
2010 RO64	41.37	0.12	294.77	60.96	17.02	5.3	0.65	-0.29	-0.49
2010 VK201	38.81	0.1	79.254	156.3	28.8	4.5	-0.59	-2.15	-0.46
2010 VZ98	35.63	0.72	278.35	117.42	4.51	4.7	1.66	1.38	4.84
2005 QU182	37.01	0.68	224.46	78.45	14.02	3.4	0.44	0.52	4.62
1999 DE9	32.32	0.42	159.96	322.99	7.62	4.7	0.26	0.74	1.2
2010 FX86	43.48	0.08	179.96	311.118	25.19	4.3	0.42	0.26	1.72
2002 MS4	36	0.14	213.2	216.09	17.69	3.8	-0.75	1.25	1.2
2004 NT33	36.97	0.15	39.52	241.02	31.23	4.4	0.31	-0.68	3.34
1999 CD158	37.52	0.14	145	119	25.5	5.1	-0.15	-1.6	-0.31
2007 OR10	33.62	0.5	207.18	336.86	30.7	1.7	-1.79	-1.53	-0.28
2003 MW12	39.66	0.14	181.81	184.01	21.49	3.4	0.85	-0.68	-0.44
2004 TY364	36.21	0.07	0.9	140.5	24.8	4.5	-0.67	-0.76	-0.53
2001 UR163	36.76	0.29	324.64	301.77	0.75	4	1.86	0.13	-0.42
2005 UQ513	37.00	0.15	222.39	307.61	25.69	3.4	-0.26	1.62	-0.32
2004 GV9	38.73	0.08	292.64	250.63	21.97	3.9	0.03	1.05	-0.43
2004 XA192	35.48	0.25	131.96	328.56	38.15	4	-0.3	-1.45	-0.46
2003 QX113	37.49	0.25	26.27	158.09	6.73	4.7	1.2	0.44	-0.47
2003 OP32	38.60	0.11	69.45	182.94	27.19	4	-0.44	-0.18	-0.45
2007 UK126	37.68	0.49	345.83	131.15	23.36	3.4	0.47	1.08	-0.34
2000 UV134	41.07	0.29	315.51	126.96	19.85	4.7	-1.58	-0.35	-0.35
2003 AZ84	32.33	0.18	15.87	252.02	13.56	3.7	0.78	2.47	1.54
2009 AW197	41.07	0.13	295.31	297.51	24.41	3.3	1.99	-0.31	2.26
2003 UZ413	30.37	0.23	145.46	135.92	12.04	4.4	0.35	0.27	-0.53

TNO	q	e	ω	Ω	i	H	r(t<1)	r(t<0.5)	r(t<0.1)
2010 JK124	36.19	0.09	76.64	277.39	15.58	5.3	0.57	0.62	-0.46
2003 FY128	37.07	0.25	174.8	341.8	11.79	4.8	1.49	1.43	-0.44
2010 HE79	31.32	0.20	279.91	238.70	15.74	5.2	0.79	0.94	1.27
2011 GM27	35.41	0.11	80	256.8	13.1	5.1	1.15	-0.56	-0.64
Varuna	40.49	0.06	266.74	97.30	17.2	3.7	1.13	1.19	1.22
2005 RN 43	40.63	0.02	165.2	186.9	19.3	3.9	2.74	1.21	1.95
2004 UX10	37.44	0.04	157.97	147.85	9.52	4.5	2.29	1.84	1.07
2003 VS2	36.42	0.07	112.59	302.68	14.8	3.97	0.53	0.1	4.09
2000 CN105	40.00	0.10	316.5	28.8	3.4	5	1.51	0.02	-0.41
Huya 38628	28.52	0.28	68.17	169.4	15.49	5.37	1.39	1.06	-0.57
IXION	30.09	0.24	298.78	71.03	19.58	3.9	-1.36	-0.43	0.8
2010 KZ39	39.15	0.15	300.36	53.22	26.14	3.9	1.68	-1.25	-0.43
PLUTO	29.66	0.25	113.76	110.30	17.14	-0.7	1.38	-0.3	-0.52
Qaoaor	41.7	0.04	155.62	189.03	8	2.5	2.72	0.24	-0.52
Salacia	37.39	0.11	309.46	280.01	23.92	4.3	0.28	0.45	2.93
Orcus	30.27	0.23	73.03	268.61	20.57	2.3	1.4	0.14	-0.59
Makemake	38.51	0.16	298.41	79.38	28.96	-0.4	1.03	0.54	-0.41
2002 TC302	39.2	0.29	85.98	23.82	34.98	3.9	1.2	1.3	-0.39
19521 Chaos	40.93	0.1	58.68	50.27	12.06	4.9	0.66	0.02	3.97
Eris	37.77	0.44	151.43	35.87	44.87	-1.9	-0.69	-1.21	-0.36
2012 BX85	39.33	0.1	259.34	313.63	1.22	5.5	1.88	0.96	-0.41
2008 UA332	44.15	0.02	287.5	97.5	32.1	5.2	0.44	0.21	-0.44
2011 FW62	33.02	0.17	131.5	250.2	26.8	5	0.01	1.93	-0.63
2001 KA77	42.78	0.1	239.2	125.8	11.9	5	1.18	2.37	-0.32
2002 LM60	41.58	0.04	189.0	161.7	8.0	2.6	2.34	0.67	-0.61
1998 WH24	41.05	0.11	55.5	49.9	12.0	4.8	-0.53	-0.77	-0.42
1995 SM55	37.48	0.11	69.2	21.0	27.0	4.8	-0.57	-0.15	-0.56
1999 TC36	30.56	0.23	295.0	97.2	8.4	4.9	-0.11	0.11	-0.48
2002 XV93	34.63	0.12	162.5	19.0	13.3	5	-0.8	1.94	-0.49
2002 KX14	36.88	0.05	77.1	286.6	0.4	4.4	3.29	2.1	-0.52
2003 UA414	43.08	0.05	157.9	204.5	28.4	5.3	-0.73	-1.07	-0.47
2007 HV90	41.24	0.09	90.8	147.8	2.8	5.2	3.19	2.46	-0.47
2007 PS45	39.41	0.18	131	229.6	19.5	5.4	1.66	0.71	-0.47
2010 EL139	36.67	0.07	201.7	331.1	23	5.1	-0.75	-1.05	-0.49
2005 CB79	37.25	0.14	91	112.8	28.6	4.7	-0.78	-0.1	2.4
2003 UZ117	38.39	0.14	245.3	204.6	27.4	5.3	0.94	1.47	-0.44
2003 QM91	41.16	0.09	343.4	8.6	2.9	5.3	-0.16	-0.73	-0.55
2002 PJ149	41.91	0.08	193.4	316.4	9.7	5.3	-0.38	0.33	1.57
2002 CY248	39.61	0.14	338.3	300.7	7	5.3	-1.96	-1.11	-0.41
2005 RS43	38.46	0.2	268.6	46.5	10	5.3	1.49	0.82	-0.5
1997 CS29	43.45	0.01	214.4	304.3	2.2	5.4	1.97	0.38	-0.56
2002 GJ32	39.27	0.11	252.2	244.8	11.6	5.4	0.66	1.85	-0.44
2007 XV50	43.16	0.07	278.7	53.5	22.8	4.9	-1.12	0.8	1.72

TNO	q	e	ω	Ω	i	H	r(t<1)	r(t<0.5)	r(t<0.1)
2004 PF115	36.52	0.07	83.1	84.7	13.4	4.4	1.22	0.03	-0.63
2008 AP129	35.95	0.14	58.2	14.8	27.4	4.7	-0.71	-0.12	3.82
2003 QA91	41.37	0.07	328.7	104.7	2.4	5.5	1.56	2.11	-0.43
2002 XH91	40.32	0.09	186.3	80.4	5	5.5	0.72	1.31	5.12
2002 GH32	38.05	0.09	248.4	220.7	26.7	5.5	1.47	0.72	-0.59
2001 XD255	35.24	0.11	109	106.7	18.1	5.5	1.26	0.95	-0.47
2010 EP65	33.06	0.3	351.9	205	18.9	5.5	-1.38	-0.88	-0.52
Haumea	34.72	0.2	239.18	121.1	28.22	0	0.59	0.28	-0.39
Sedna	76.36	0.85	311.02	144.26	11.93	1.8	-0.71	0.7	-0.12

В ходе дальнейшего анализа была найдена корреляционная связь между значениями t и I транснептуновых тел и в случае $r < 1 \text{ a.e.}$ (Рис.2), и в случае $r < 0.5 \text{ a.e.}$ (Рис.3). И в том, и в другом случае коэффициент корреляция меньше -0.4 , а его значимость больше 0.95 . Возможно, эти зависимости указывают на то, что выбранные планетные тела или определенная их часть больше

«контактируют» с кометами вблизи эклиптики, чем на более высоких эклиптических широтах.

Кроме того, рассматривая различные варианты сопоставления величин t и H , мы обнаружили, что имеется определенная зависимость только для вариантов $H < 3^m.7$ (Рис.4). Заметим, что эта зависимость получена для варианта $r < 1 \text{ a.e.}$

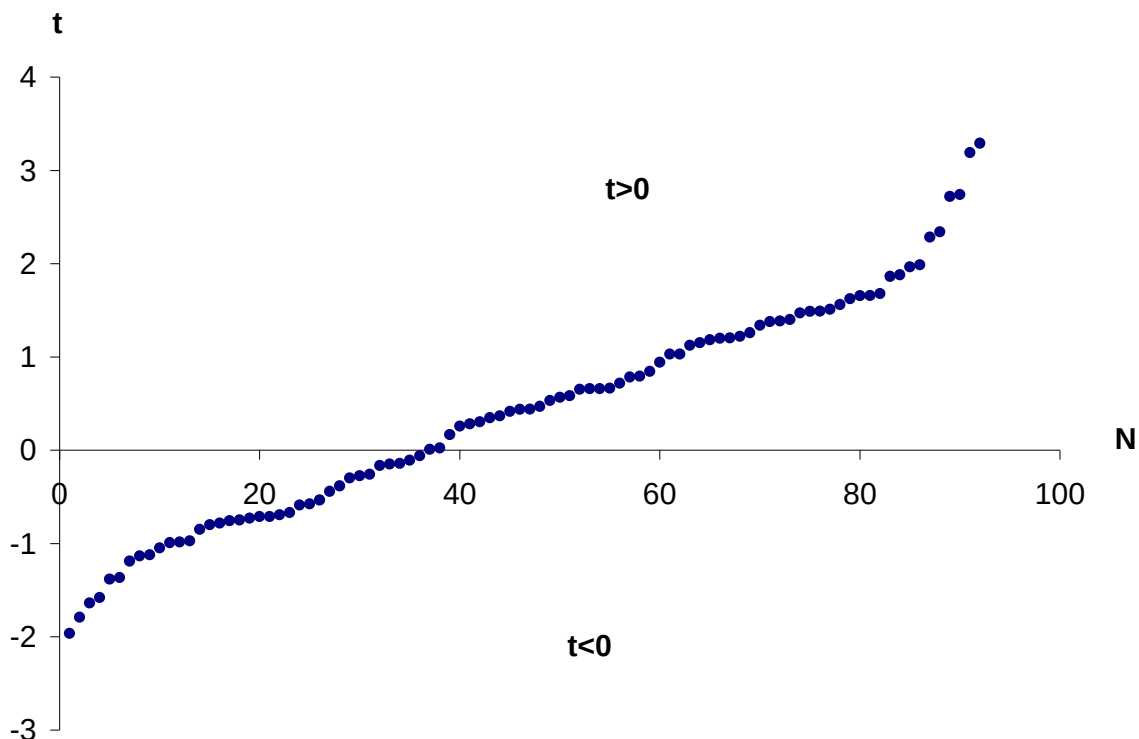


Рис.1. Распределение значение t в возрастающем порядке (случай $r < 1 \text{ a.e.}$)

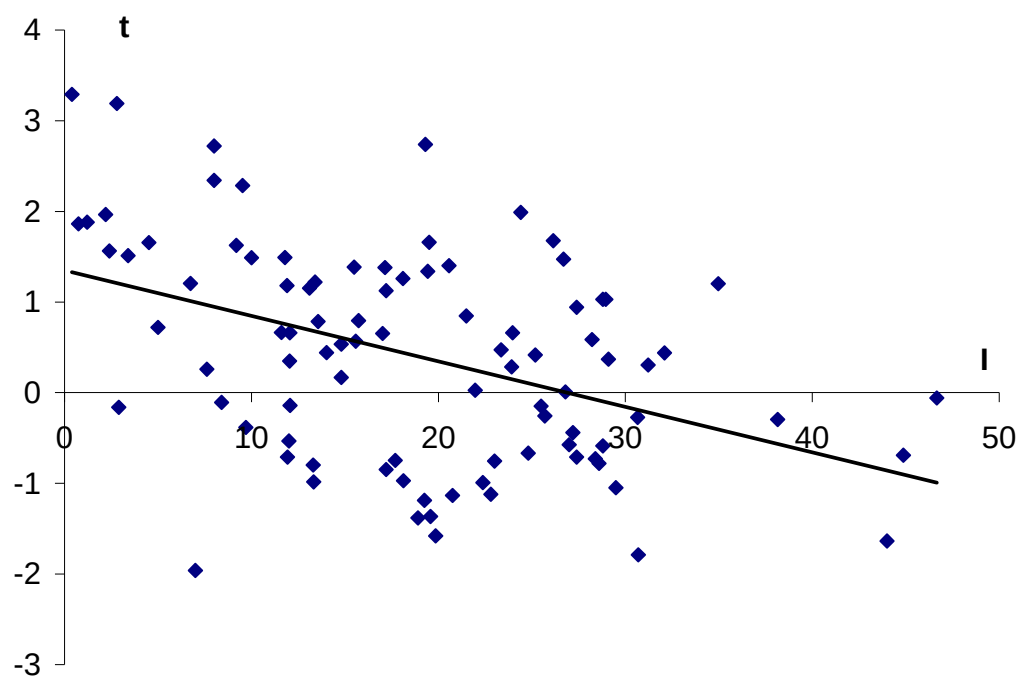


Рис.2. Зависимость параметра t от наклона I для случая $r < 1 \text{ a.u.}$

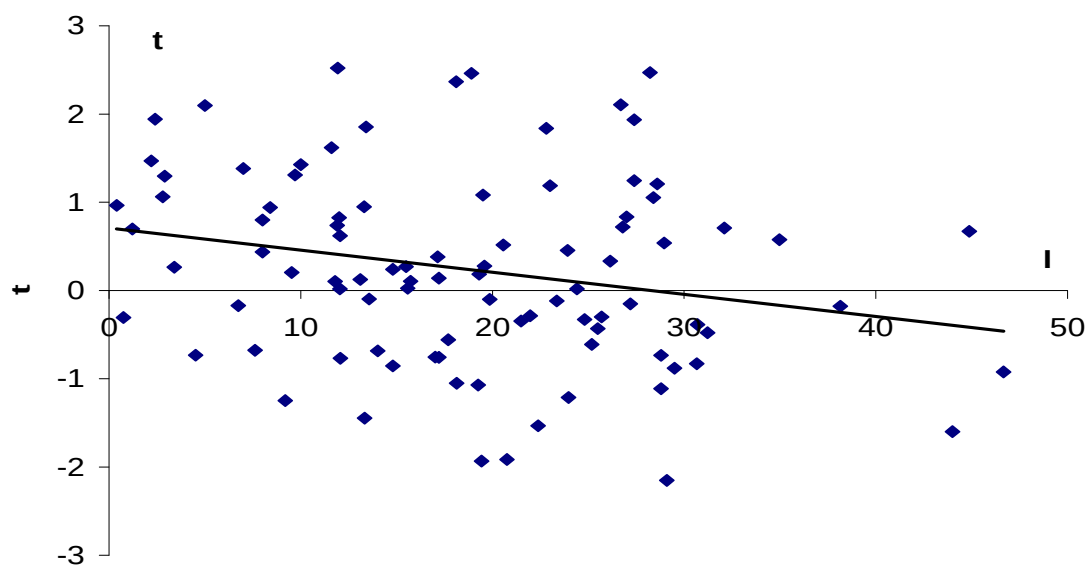


Рис.3. Зависимость параметра t от наклона I для случая $r < 0.5 \text{ a.u.}$

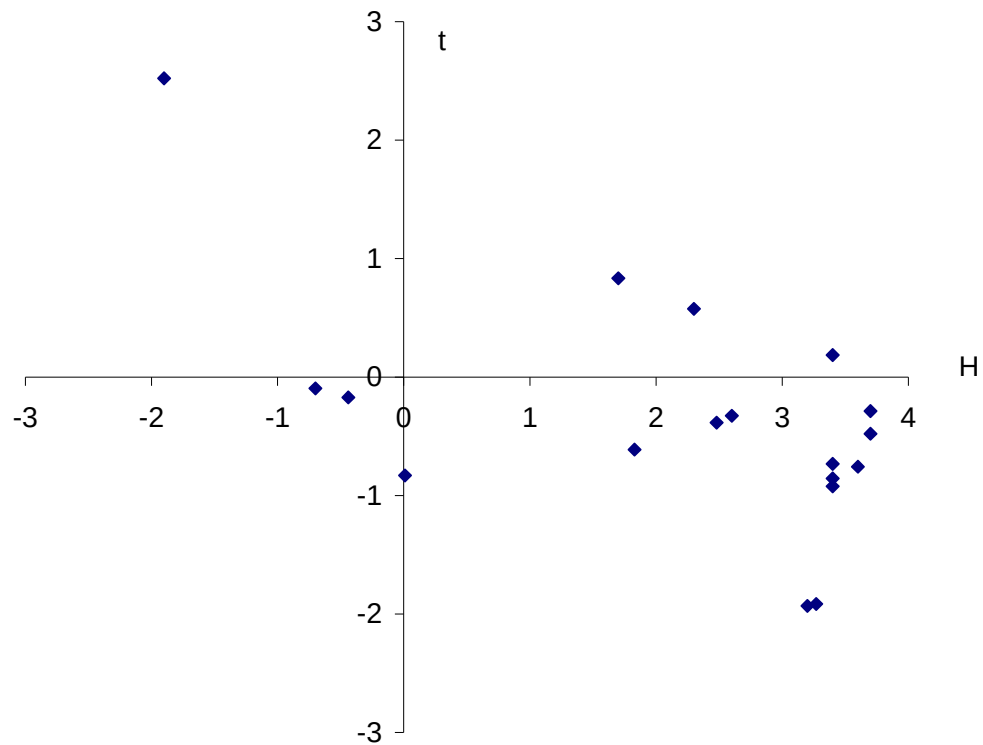


Рис.4.Зависимость параметра t от H для случая ярких TNO.

ВЫВОДЫ

1. Существует явная диспропорция в распределении t в пользу положительных значений этой величины.
2. Если рассматривать варианты $r < 1 \text{ a.e.}$ и $r < 0.5 \text{ a.e.}$, то в случае 13 и 9 из выбранных TNO, соответственно, вероятностная достоверность значений оказывается в пределах 0.95 или выше.
3. Исследование варианта $r < 0.1 \text{ a.e.}$ пока не представляется продуктивным из-за недостаточной точности данных по TNO.
4. Существует значимая корреляционная зависимость между параметрами t и H по TNO.
5. Существует значимая корреляционная зависимость между параметрами t и H для наиболее ярких TNO.
6. Все полученные результаты указывают на то, что определенная часть наблюдаемых комет динамически или генетически могут быть связана с TNO.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулиев А.С., Гулиев Р.А., К вопросу о связи транснептуновых планетных тел и Комет, **Азербайджанский Астрономический Журнал**, т.6, №4, с.1-7.
2. Marsden B.G., Williams G.V. **Catalogue of Cometary Orbits**, 17th edition., IAU, Central Bureau for Astronomical Telegrams, Cambridge, 2008, - 197p.
3. <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/TNOs.html>

TRANSNEPTUN PLANET CISIMLƏRİ VƏ ROMETLƏRİN ƏLAQƏSİ MƏSƏLƏSİ BARƏDƏ

Ə.S.Quliyev, Ş.A.Nəbiyev, R.Ə.Quliyev, Ə.S.Dadaşov

Müşahidə olunmuş kometlərin müəyyən hissəsinin diametri 200 km-dən çox olan 92 transneptun planet cisimləri (TNO) ilə mümkün əlaqəsi məsələsi öyrənilir. Bu məqsədlə həmin cisimlərin 1040 kometlərin kiçik orbitlərarası məsafəsinin (MOID) paylanması tədqiq olunur. Seçilmiş hər **TNO-lar** üçün MOID –in sayının normadan çox və ya azlığını xarakterizə edən t parametri daxil edilir. Əgər bu parametrin müsbət qiymətləri mənfilər üzərində nəzərəcarpacaq üstünlüyə malikdirsə, baxılan TNO görünmə zonasına komet transferində iştirak edirlər. MOID –in 1 və 0.5 a.v.kiçik halları üçün t parametrinin müsbət və mənfi qiymətlərinin nisbəti müvafiq olaraq 56:36 və 54:38 təşkil edir. t parametrinin qiymətləri ilə TNO orbit meylləri arasında zəif, lakin əhəmiyyətli mənfi korrelyasiya tapılmışdır. Alınmış bu və digər nəticələr **TNO**-ların komet transferində müəyyən rol oynadığını göstərir.

Aparıcı sözlər: TNO, kometlər, MOID

ON THE QUESTION OF RELATION OF COMETS TO KUIPER BODIES

A.S.Guliyev, Sh.A.Nabiyev, R.A.Guliyev, A.S.Dadashov

The question of possibility connection of some party of comets with trans-neptunian objects (TNO) having diameters more than 200 km is investigated. Distribution of minimal inter-orbital distances (MOID) of these bodies and 1040 comets is analyzed for this purpose. Parameter t characterizing extend of overpopulation of MOID's number for each of the selected TNO is entered. In our opinion, if positive values of this parameter dominate over negative ones, it means that selected TNO takes party in the transfer of comets in the zone of visibility. In the cases when values of MOID less than 1a.u and 0.5a.u ratio of such t makes 56:36 and 54:38 accordingly. Weak, but significant correlation between values t and I (inclination) was found. Obtained results show that TNO take party a certain role in the transfer of comets.

Key words: TNO, comets, MOID

БЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА AB AUR

© 2012 г. Н.З.Исмаилов, О.В. Халилов

*Шаманская Астрофизическая Обсерватория им.Н.Туси НАН Азербайджана
(e-mail: ismailovn@yahoo.com)*

Приведены результаты спектральных наблюдений звезды AB Aur, выполненные за последние годы. Впервые показано, что профили эмиссионных линий водорода H_α и H_β являются переменными в области фиолетового крыла, а у линии HeI 5876 основная переменность происходит на красном крыле. Показано, что ранее обнаруженная авторами по УФ-спектру периодическая переменность эмиссии с периодом около 6 дней наблюдается также и у отдельных компонент спектральных линий в оптическом диапазоне. Обнаружена синхронная периодическая переменность эквивалентных ширин эмиссии у линий водорода и гелия, а лучевые скорости этих же линий меняются в противофазе с периодом 6 дней.

Ключевые слова: молодые звезды - дискообразные оболочки, эмиссионный спектр-переменность

ВВЕДЕНИЕ

Звезды типа Ae/Be Хербига находятся на начальной стадии эволюции и являются звездами промежуточных масс (2-10 $M_\odot$). Их спектральные классы лежат в интервале от F0 до B0 [1, 2]. В процессе эволюции у типичных представителей этой группы звезд сформировались околозвездные неоднородные газопылевые оболочки и/или диски. Считается, что такие звезды являются предшественниками звезд типа P Ric и α Lyr, у которых в настоящее время наблюдаются остатки околозвездных структур, вероятно содержащие протопланетные тела.

Спектр AB Aur богат эмиссионными линиями, образующимися в газовой околозвездной оболочке. Наиболее яркими из них являются первые члены бальмеровской серии H_α и H_β . Наблюдается также эмиссия в линиях FeII, CaII, HeI, NaI и др. [3-6].

Сейчас одной из наиболее важных задач в исследовании звезд типа Ae/Be Хербига является исследование характера взаимодействия аккреционных дисков с центральной звездой. У менее массивных и более холодных звезд типа T Тельца этот характер удовлетворительно описывается в рамках модели магнитосферной аккреции [7]. Магнитное поле звезды препятствует аккреционному диску достичь ее поверхности. Вследствие этого, внутренний радиус диска оказывается ограничен снизу радиусом магнитосферы. На этом радиусе,

аккреционный поток проникает в магнитное поле звезды и, двигаясь вдоль силовых линий поля, достигает ее поверхности в области магнитных полюсов. Радиус магнитосферы у звезд типа T Тельца обычно составляет около 10 радиусов звезды.

В случае Ae/Be звезд Хербига ситуация менее определенная. Звезды ранних спектральных классов не имеют подфотосферных конвективных зон, необходимых для генерации сильного магнитного поля. О существовании дисковой аккреции у Ae/Be звезд Хербига через газовые потоки, коллимированные полем внутри магнитосферы, упоминается в работах [8-10]. Недавно магнитные поля порядка 10^2 Gs были измерены спектрополяриметрическим методом у большой выборки Ae/Be звезд Хербига [11, 12]. Это означает, что магнитные поля Ae/Be звезд Хербига, по-видимому, почти на порядок меньше, чем у звезд типа T Тельца, и, соответственно, радиусы их магнитосфер (если они вообще существуют) при тех же значениях темпа аккреции, оказываются существенно меньше (порядка 2-3-х радиусов звезды). Вопрос о применимости классической модели магнитосферной аккреции к таким звездам до сих пор остается открытым.

Одним из эффективных методов исследования процессов, происходящих в области взаимодействия между звездой и аккреционным диском, является поиск и

анализ циклических изменений спектральных параметров, связанных с излучением этой области. В 80-90-е годы была обнаружена быстрая и циклическая переменность от 32 до 58 часов в некоторых эмиссионных линиях в спектрах Ae/Be звезд Хербига, формирующихся главным образом в звездном ветре [13-18]. Нами было обнаружена циклическая переменность УФ эмиссионного спектра звезды с периодом около 6 дней [19]. Результаты наших исследований оптического спектра AB Aur частично были опубликованы в работе [20].

Целью настоящей работы является анализ результатов спектральных наблюдений звезды, полученных в последние годы.

НАБЛЮДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Спектральные наблюдения звезды были выполнены в Кассегреновском фокусе 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана с применением эшелле-спектрометра, собранного на базе спектрографа UAGS [21, 22]. В качестве приемника была использована ПЗС-матрица с 530x580 элементами. Был использован спектральный диапазон $\lambda\lambda$ 4750-6600 Å. Спектральное разрешение составляло $R=14000$, отношение сигнала к шуму в области линии H_α составляло 80-100. Для выполнения наблюдений и редукиции применялся пакет программ DECH20T, разработанный Галазутдиновым [23]. В настоящей работе мы приводим результаты наблюдений, выполненных в 2010 г. (JD 2455511 - 2455521), а также используем данные предыдущих лет. За указанное время нам удалось получить 20 спектрограмм звезды в течение последовательных 10 ночей. Средняя экспозиция составила 30 минут.

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

Были измерены эквивалентные ширины и лучевые скорости отдельных эмиссионных и

абсорбционных компонент линий H_α и H_β , а также линий HeI $\lambda 5876$ Å, NaI D_1 , D_2 . Средняя ошибка определения эквивалентных ширин составила 4%, а в позиционных измерениях, около ± 2 км/сек. Все лучевые скорости приведены к Солнцу.

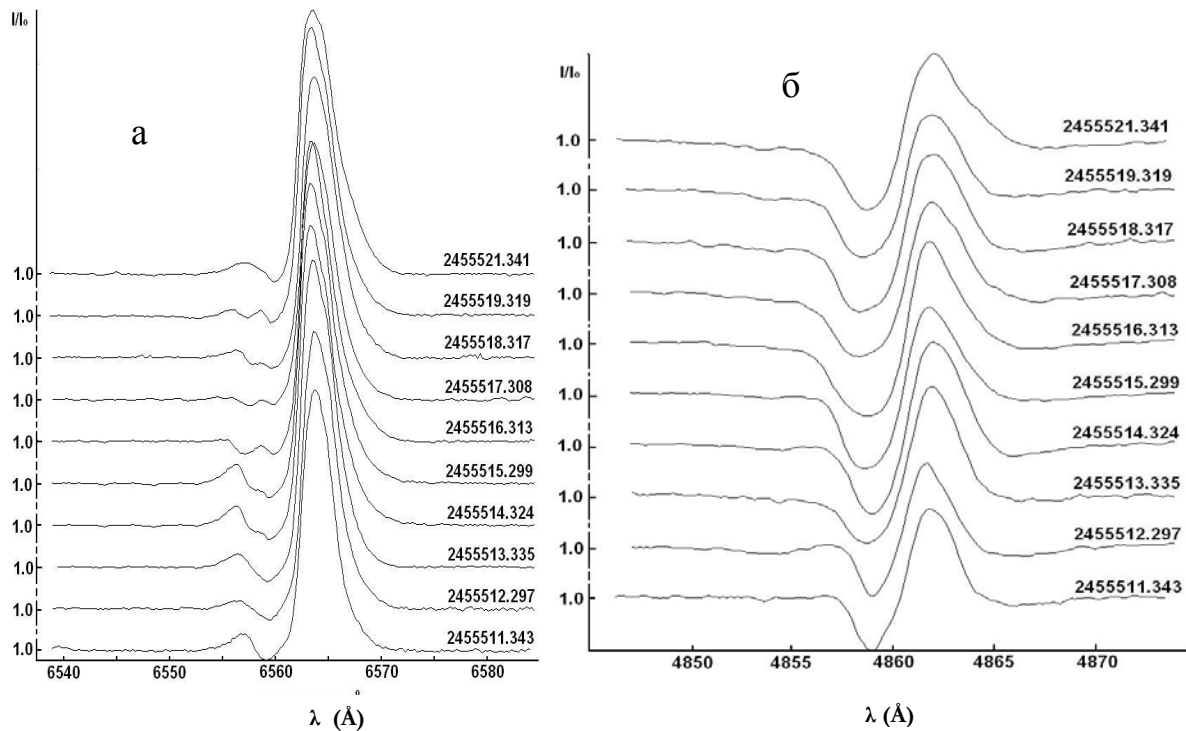
На Рис.1а приведены профили линии H_α по всем спектрам. Как было отмечено нами в работе [20], основная переменность происходит на фиолетовом крыле линии H_α . Структуру линии можно представить комбинацией трех основных компонент - фиолетовый эмиссионный пик, центральная абсорбция и сильный эмиссионный компонент на красном крыле профиля. Результаты измерений спектральных параметров этих компонент приведены в Табл.1 под индексами 1, 2 и 3, соответственно. Индексами «е» отмечены эмиссионные, «а» - абсорбционные компоненты. Эмиссионный компонент 1 показывает значительное изменение параметров, а иногда вовсе не наблюдается.

На Рис.1б приведены профили линии H_β . Как видно, эта линия практически аналогична профилю линии H_α , однако вклад фиолетового эмиссионного компонента здесь незначителен. Поэтому в Табл. 2 приведены спектральные параметры фиолетовой абсорбции и эмиссии на красном крыле линии H_β , под индексами 1 и 2.

На Рис.2 приводится область линии HeI 5875.623 Å, NaI D_2 $\lambda 5889.9661$ Å, NaI D_1 $\lambda 5895.9321$ Å. Здесь видно, что основную переменность в этой области спектра показывает линия гелия. Заметим, что чаще всего наблюдается переменность на красном крыле линии гелия. Профиль полностью меняется от симметричной структуры до обратной P Cug. В целом, и у линии гелия HeI 5875.623 Å можно выделить три компонента, также как и в линии H_α , однако, здесь значительную переменность показывает красный эмиссионный компонент, и линия показывает структуру обратной P Cug, что считается признаком аккреции вещества.

В Табл. 3 приведены спектральные параметры трех основных компонент линии HeI 5876 Å.

Отсутствие значений параметров означает, что этот компонент выделить не удалось.

Рис.1а, б. Профили линий H_α и H_β для отдельных ночей. а-линия H_α , б- линия H_β .Таблица.1. Параметры линии H_α .

JD 2455500+ H_α	V(км/сек)			FWHM (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11.343	-259.81e	-156.18a	54.89e	2.125	1.438	3.254	0.886	0.37	22.55
12.297	-227.82e	-145.84a	40.75e	2.32	1.445	3.446	0.391	0.402	22.129
13.335	-285.65e	-144.99a	53.22e	2.178	1.735	3.732	0.397	0.448	25.273
14.324	-279.73e	-150.79a	47.45e	2.177	2.312	3.731	0.645	0.669	27.724
15.299	-288.59e	-142.07a	38.67e	1.742	2.168	3.875	0.865	0.715	28.085
16.313	-	-183.96a	37.74e	-	4.486	3.588	-	1.082	26.591
17.308	-	-130.08a	49.79e	-	3.329	3.587	-	0.344	23.841
18.317	-291.39e	-133.18a	47.51e	1.888	3.037	3.730	0.321	0.611	26.544
19.319	-304.73e	-134.76a	34.31e	1.598	0.866	3.875	0.205	0.139	27.607
21.341	-244.06e	-109.44a	53.67e	2.609	1.011	4.303	0.765	0.187	27.302

Таблица 2. Параметры линии H_β .

JD2455500+ H_β	V(км/сек)		FWHM (Å)		W (Å)	
	1	2	1	2	1	2
11.343	-135.73a	47.71e	2.457	2.017	0.968	1.952
12.297	-134.46a	30.65e	1.682	2.346	0.795	1.717
13.335	-153.99a	47.81e	2.579	2.681	1.426	2.618
14.324	-137.00a	52.53e	2.354	2.904	1.809	2.547
15.299	-153.39a	36.19e	2.803	2.458	2.174	2.081
16.313	-150.29a	39.28e	3.365	2.569	2.605	2.362
17.308	-179.23a	47.08e	3.029	2.792	2.484	2.228
18.317	-159.79a	60.33e	2.915	2.682	2.537	2.160
19.319	-165.99a	48.05e	2.916	2.569	2.331	1.812
21.341	-122.68a	79.00e	2.802	3.014	2.500	2.295

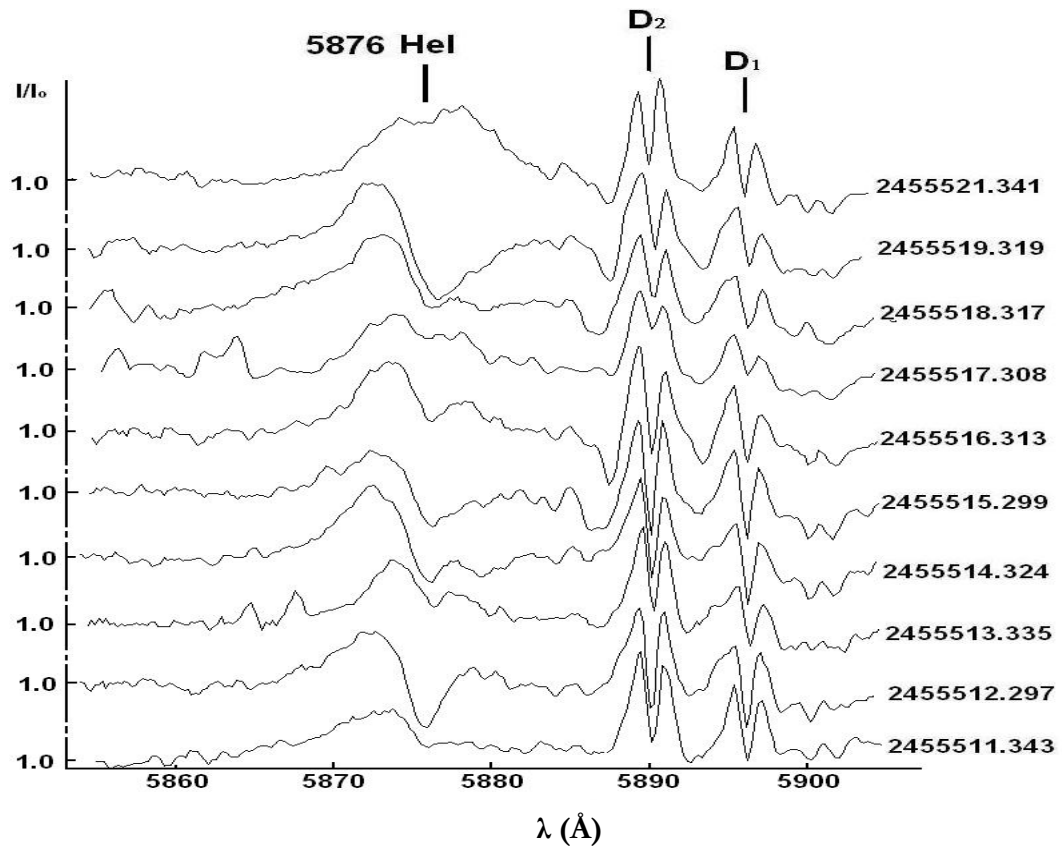


Рис.2. Участок спектра с линиями HeI 5876 Å, NaI D₂ λ5890 Å, NaI D₁ λ 5896 Å.

Таблица 3. Параметры линии HeI 5875.

JD 2455500+ HeI	V(км/сек)г			W(Å)		
	1	2	3	1	2	3
11.343	-143.53	23.86	94.45	0.208		
12.297	-162.82	23.92	177.79	0.327	0.137	0.02
13.335	-85.54	49.51	120.06	0.418		
14.324	-155.72	37.41	114.39	0.453	0.069	
15.299	-157.87	48.11	176.29	0.266	0.136	
16.313	-87.37	41.26	137.45	0.442		0.121
17.308	-77.79	31.58	140.58	0.339		
18.317	-129.64	44.09	121.03	0.568	0.007	0.007
19.319	-166.32	58.94	155.09	0.335	0.362	
21.341	-62.02	28.04	124.22	0.856		

Как видно из Рис.3, линии дублета NaI D₂ λ5890 Å, NaI D₁ λ 5896 Å имеют двухкомпонентную эмиссионную структуру с центральной абсорбцией. Мы обозначили

спектральные параметры каждой компоненты, приведенные в Табл.4 и 5 также с индексами 1, 2 и 3.

Таблица 4. Параметры линии D₁ NaI.

JD2455500+ NaD1	V(км/сек)			FWHM (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11.343	-15.16	28.48	72.06	1.108	0.831	1.105	0.075	0.017	0.053
12.297	-21.25	22.39	65.98	1.663	0.830	1.105	0.069	0.043	0.028
13.335	-7.73	35.89	79.46	1.662	0.829	0.713	0.058	0.027	0.010
14.324	-14.95	28.69	66.05	1.102	0.830	0.690	0.051	0.044	0.005
15.299	-22.22	21.42	65.01	0.978	0.714	0.732	0.058	0.032	0.022
16.313	-23.18	26.69	64.05	1.108	0.731	0.829	0.058	0.029	0.013
17.308	-23.12	26.75	57.89	1.108	0.532	0.624	0.051	0.008	0.009
18.317	-25.73	30.37	73.95	1.387	0.691	0.552	0.049	0.025	0.007
19.319	-29.83	20.05	57.41	1.335	0.554	0.493	0.051	0.025	0.003
21.341	-13.72	23.68	61.04	0.969	0.301	0.829	0.063	0.012	0.039

Таблица 5. Параметры линии D₂ NaI.

JD2455500+ NaDII	V(км/сек)			FWHM (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11.343	-15.56	22.19	66.18	1.257	0.836	1.114	0.159	-	0.116
12.297	-23.30	20.75	58.45	1.676	0.837	0.974	0.142	0.025	0.084
13.335	-11.25	26.49	64.19	1.256	0.697	0.835	0.172	-	0.109
14.324	-16.93	20.82	58.53	1.396	0.558	0.975	0.151	0.019	0.074
15.299	-25.33	18.71	56.42	1.117	0.401	1.003	0.100	0.029	0.071
16.313	-21.60	22.44	60.15	1.117	0.723	0.975	0.128	0.011	0.080
17.308	-18.34	25.70	57.12	1.258	-	1.105	0.157	-	0.106
18.317	-22.03	28.29	65.99	1.324	-	0.976	0.137	-	0.079
19.319	-31.39	18.94	50.37	1.536	0.451	1.002	0.139	0.170	0.062
21.341	-18.86	18.89	56.61				0.140	-	0.139

На Рис.3 на левой панели приведена зависимость смещений между компонентами линии H_α и абсорбционным и эмиссионным компонентами линии HeI λ 5876 Å. На правой панели показана зависимость смещения наиболее сильной по интенсивности компоненты линии H_α от тех же компонент линии гелия. Показано, что хотя интервалы переменности у этих компонент различаются, направление смещений линий является одинаковым. Коэффициент корреляции составляет около 50%.

На Рис.4 приводится аналогичная зависимость для значений эквивалентных ширин. На левой панели зависимость между эмиссионными компонентами линий H_β и гелия, а справа - между эмиссионными и абсорбционными компонентами линий D1, D2 NaI и эмиссионным компонентом линии

гелия. Как видно из Рис.4 в целом, эквивалентные ширины эмиссионных компонент водородных линий и линий натрия показали положительную корреляцию, а эквивалентные ширины абсорбционной компоненты натрия показали отрицательную корреляцию с κ=53%.

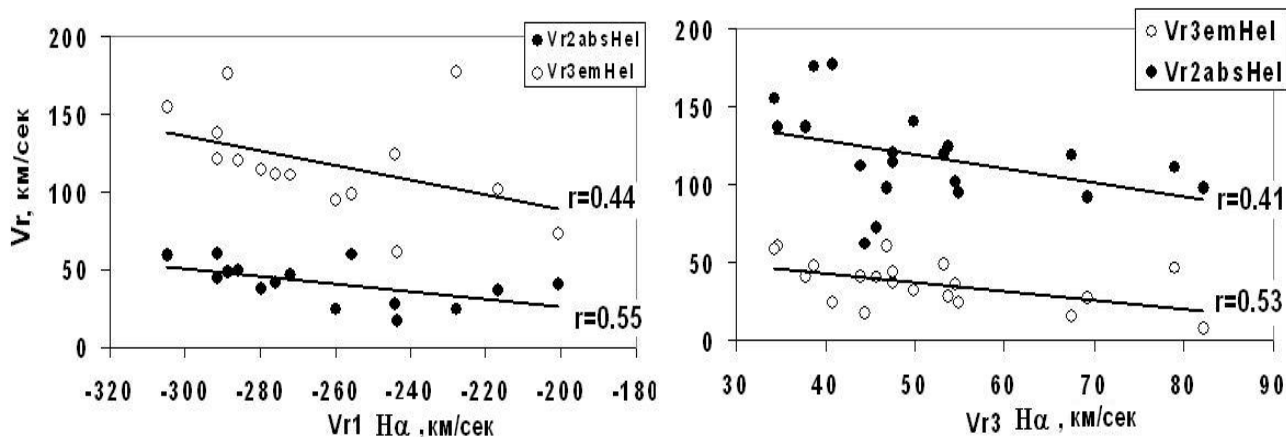


Рис.3. Зависимость смещений различных компонент линии HeI5876Å и компонент линий H α . Обозначения соответствуют таблицам по отдельным параметрам

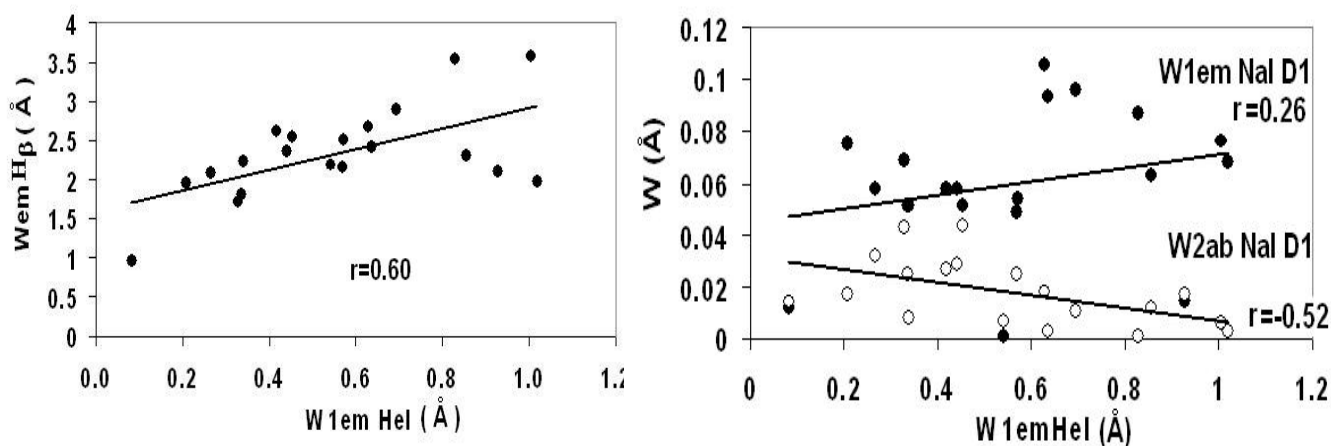


Рис.4. Зависимость значений эквивалентных ширин отдельных компонент линий H β и He5876 (слева), и компонент дублета NaI D $_1$ (справа).

Надо сказать, что наблюдаемая зависимость между указанными компонентами носит типичный характер для большинства компонент, хотя есть также некоторые исключения. Это может свидетельствовать о том, что в атмосфере звезды наблюдается переменность, сопровождающаяся активным перемещением газовых потоков, ответственных за такие изменения.

Мы проверили существование нами ранее обнаруженного периода около 6 дней по IUE данным [19], с результатами данных для оптического диапазона. Для проверки привлекались спектральные параметры всех компонент измеренных спектральных линий.

Фазы были вычислены по той же начальной эпохе, что и по УФ-данным. На Рис.5 на верхней панели приведена зависимость эквивалентной ширины эмиссии от фазы 6-дневного периода только по данным последовательных 10 ночей наблюдений в 2010 г. А на нижней панели на Рис.5 приведена переменность эквивалентных ширин других компонент с фазой этого периода. На нижней панели Рис.5 приведены значения доплеровских смещений отдельных компонент. Как видно, наиболее сильную периодическую переменность показала эквивалентная ширина красной эмиссии линии H α . Эмиссия на фиолетовом крыле, по-

видимому, тоже меняется с периодом 6 дней, в то время как смещение центральной абсорбции и эмиссии красного крыла не показали явной периодичности. Наименьшую переменность по смещениям также показала эмиссионная компонента красного крыла линии H_α . Как видно, эквивалентные ширины абсорбционного и фиолетового эмиссионного компонентов отдельных линий показали обратную фазовую переменность: при увеличении интенсивности красного крыла абсорбция и эмиссия на фиолетовом крыле убывают. Возможно, существует также небольшой фазовый сдвиг между отдельными компонентами.

На Рис.6 на одной панели приведено доплеровское смещение отдельных компонент линии H_α . Видно, что периодическую переменность показывает только эмиссия на фиолетовом крыле линии H_α . Из Рис.7 видно, что периодическая переменность также наблюдается и у эмиссии на красном крыле линии. Из Рис. 6 и 7 также видно, что эмиссия фиолетового крыла линии H_α меняется в противофазе с эмиссией красного крыла линии $HeI \lambda 5876 \text{ \AA}$. Этот наблюдательный факт вызывает большой интерес для объяснения механизма переменности спектра.

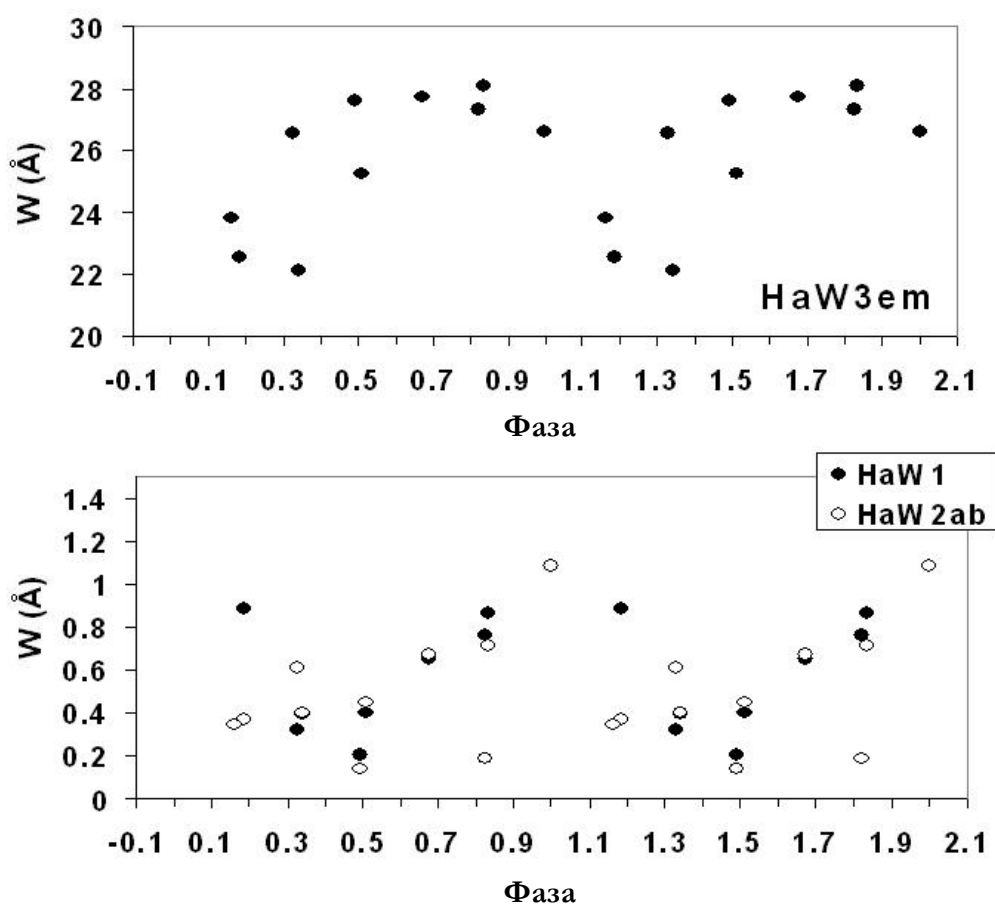
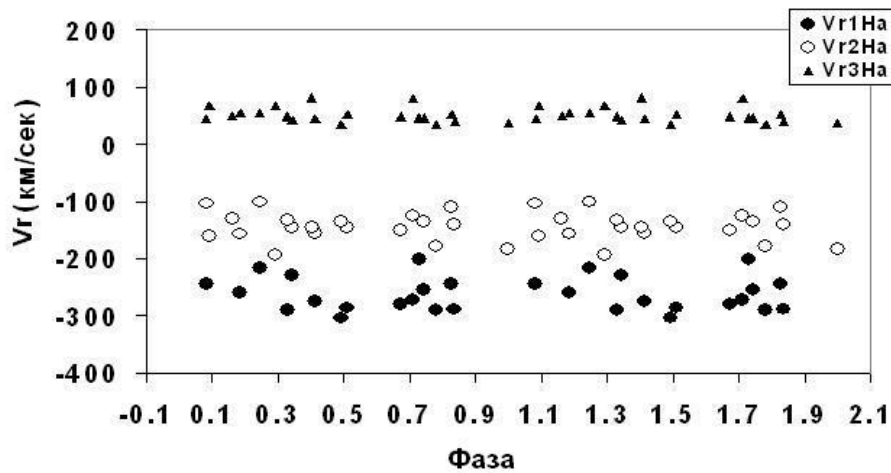
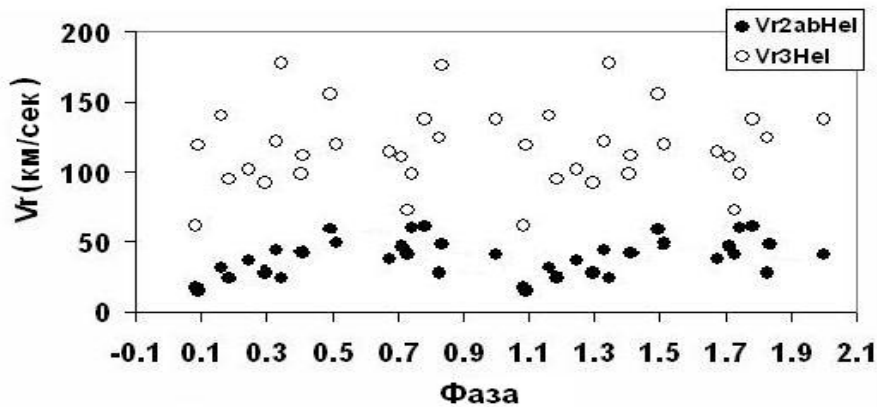


Рис.5. Фазовая переменность эквивалентных ширин отдельных компонент линии H_α .

Рис.6. Фазовая переменность смещений отдельных компонент линии H_{α} .Рис.7. Изменение смещений эмиссии красной компоненты (темные кружки) и центральной абсорбции (светлые кружки) линии $HeI \lambda 5876 \text{ \AA}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Во многих работах, посвященных анализу прямых интерферометрических изображений АВ Aur и его окрестностей в ИК- и мм-диапазонах, отмечается, что внешний диск на расстоянии десятков и сотен *a.e.* имеет сложную пространственную структуру. Он содержит, по меньшей мере, 2 отдельных кольца с различным наклоном плоскости к лучу зрения, соединенных спиралевидной перемычкой [24-26]. Оценка угла наклона оси вращения i к лучу зрения сильно различается в работах разных авторов. В одной из пионерских работ [26] было определено $i = 78^\circ$, в [24, 28] - менее 20° . По-видимому, такой разброс связан с тем, что в диске сложной структуры существует пространственная стратификация вещества, распределение которого в проекции на картинную плоскость оказывается различным

при наблюдениях на разных длинах волн. Для внутренней части диска определения угла наклона находятся в лучшем соответствии друг с другом: в [25] - $39^\circ \pm 2^\circ$, в [26] - $43^\circ \pm 7^\circ$. Судя по типу профилей эмиссионных линий бальмеровской серии в спектре АВ Aur, имеющих ярко выраженную Р Cуг-структуру, ориентация диска по отношению к лучу зрения должна быть промежуточной [29]. Мы в нашем исследовании будем исходить из предположения, что интервал возможных значений i ограничен в пределах $40^\circ - 60^\circ$.

Как можно объяснить периодическую переменность ~ 6 дней, наблюдаемую в оптическом и УФ-спектре звезды АВ Aur? Заметим, что как в УФ так и в оптическом спектре такую переменность в основном показывают эмиссионные компоненты линий водорода и гелия, а также резонансный дублет ионизованного магния [19]. Если существует аккреционная зона, то эмиссионная линия HeI

может формироваться в 3-х возможных высокотемпературных зонах: а) на внутренней границе диска, б) в горячих, коллимированных магнитным полем газовых потоках внутри магнитосферы и в) в области падения аккрецируемого газа на поверхность звезды, где происходит основное аккреционное энерговыделение.

Наиболее точная оценка проекционной скорости вращения звезды $v \sin i$ была дана в работе [30]: 85 ± 5 км/с. При i от 40° до 60° это приводит к величине скорости вращения звезды на экваторе от 130 до 100 км/с, соответственно. При периоде осевого вращения равном 6 суток максимальное значение радиуса активной эмиссионной области составит $15.6 R_\odot$ и $11.6 R_\odot$, соответственно. На самом деле, из-за фактора вязкости, диск вращается не твердотельно, а с некоторым запаздыванием к верхним слоям, поэтому эти размеры могут быть гораздо меньше. Если взять за истинный радиус звезды $2.5 R_\odot$, то размеры активных областей можно выразить в звездных радиусах $6.2 R_*$ и $4.6 R_*$, соответственно. Таким образом, эта оценка показывает, что зона образования гелия должна находиться по крайней мере внутри $6 R_*$, т.е. меньше, чем на расстоянии 1 *a.e.* от центральной звезды. Это свидетельствует о том, что зона образования гелия находится очень близко к поверхности, скорее всего в хромосфере звезды.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Впервые показано, что профили эмиссионных линий водорода H_α и H_β показывают активную переменность у фиолетового крыла, а у линии HeI 5876 основная переменность происходит на красном крыле.
2. Показано, что ранее обнаруженная по УФ-спектру периодическая переменность эмиссии с периодом около 6 дней наблюдается также и у отдельных компонент спектральных линий в оптическом диапазоне.
3. Обнаружена синхронная периодическая переменность эквивалентных ширин эмиссии у линий водорода и гелия, а лучевые скорости этих же линий меняются

в противофазе с периодом 6 дней.

4. Учитывая скорость вращения звезды, показано, что зона образования гелия должна находиться внутри расстояния не более $15 R_\odot$, т.е. в области хромосферы звезды.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики (Грант № EIF-2011-1(3)-82/31/1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Herbig G.H., The spectra of Be and Ae-type Stars Associated with Nebulosity. **Astrophys. J. Suppl. Ser.**, 1960, v.4, p.337-368.
2. Finkenzeller U., Mundt R., The Herbig Ae/Be stars associated with nebulosity. **Astron. Astrophys. Suppl.**, 1984. v.55, p.109-141.
3. Merrill P.W., Burwell C.G., Variations in structure of the hydrogen lines in the spectrum of HD31293. **Astrophys. J.**, 1933, v.77, p.103-109.
4. Merrill P.W., Burwell C.J., Supplement to the Mount Wilson Catalogue and Bibliography of Stars of Classes B and A whose Spectra have Bright Hydrogen Lines. **Astrophys. J.**, 1943. v.98, p.153-184.
5. Kleinman S., Kuhl L.V., Mass Loss and Infrared Excesses in Hot Stars **Publ. Astron. Soc. Pasif.**, 1972, v.84, p.766-767.
6. Böhm T., Catala C., Rotating neutron star models with a magnetic field. **Astron. Astrophys.**, 1995, v.301, p.757-775.
7. Bouvier J., Alencar S.H.P., Harries T.J. et al., in **Protostars and Planets V**, Univ. Arizona Press, Magnetospheric Accretion in Classical T Tauri Stars. 2007, p.479.
8. Muzerolle J., D'Alessio P., Calvet N. et al., Magnetospheres and Disk Accretion in Herbig Ae/Be Stars. **Astrophys. J.**, 2004, v. 617, p. 406-417.
9. Mottram J.C., Vink J.S., Oudmaijer R.D. et al., On the difference between Herbig Ae and Herbig Be stars. **Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.**, 2007, v.377, p.1363-1374.
10. Grady C.A., Humagushi K., Schneider G. et al., Locating the Accretion Footprint on a Herbig Ae Star: MWC 480. **Astrophys. J.**, 2010, v.719, p.1565-1581.
11. Hubrig S., Pogodin M.A., Yudin R.V. et al., The magnetic field in the photospheric and circumstellar components of Herbig Ae stars. **Astron. Astrophys.**, 2007, v.463, p.1039-1046.
12. Wade G.A., Bagnulo S., Drouin D. et al., A search for strong, ordered magnetic fields in Herbig Ae/Be stars. **Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.**, 2007, v.376, p.1145-1161.
13. Praderie F., Simon T., Catala C., Boesgaard A.M., Short term spectral variability in AB Aur; clues for activity in Herbig Ae Stars. I. The ultraviolet lines of MgII and FeII. **Astrophys. J.**, 1986, v.303, p.311-326.

14. Catala C., Felenbok P., Tabalera A. et al., Short-term spectral variability in AB Aurigae: Clues for activity in Herbig AE stars. II - The CA II K line. **Astrophys. J.**, 1986, v.308, p.791-804.
15. Böhm T., Catala C., Carter B. et al., Suppl. Azimuthal structures in the wind and chromosphere of the Herbig AE star AB Aurigae. Results from the MUSICOS 1992 campaign. **Astron. Astrophys.**, 1996, v.120, p.431-450.
16. Catala C., Donati, J.-F., Böhm T. et al., Short-Term Spectroscopic Variability in the Pre-Main Herbig AE Star AB Aur during the MUSICOS 96 campaign. **Astron. Astrophys.**, 1999, 345, 884-904.
17. Beskrovnaya N.G., Pogodin M.A., Najdenov I.D. et al., Short-term spectral and polarimetric variability in the Herbig AE star AB Aurigae as an indicator of the circumstellar inhomogeneity. **Astron. Astrophys.**, 1995, v.298, p.585-593.
18. Ismailov N.Z., Khalilov O.V. Spectral observations of AB Aur. **Odessa Astron. Publ.**, 2010, v.23, p.49-52.
19. Исмаилов Н.З., Халилов О.В. Переменность оптического спектра AB Aur. **А.А.Ж.**, 2010, т.5, №2, с.5-12.
20. Микаилов Х.М., Халилов В.М., Алекберов И.А., Эшелле-спектрометр фокуса Кассегрена 2-х метрового телескопа ШАО НАН Азербайджана. **Циркуляр ШАО.**, 2005, №109, с. 21-29.
21. Исмаилов Н.З., Алиева А.А., Ахмедова Н.Я. Исследование стабильности спектрометра фокуса Кассегрена 2 м телескопа ШАО. **Известия НАН Азербайджана.**, 2005, XXV, № 5, с.234-238.
22. Галазутдинов Г.А. **Препринт САО РАН.**, 1992, №92.
23. Eisner J.A., Lane B.F., Hillenbrand L.A. et al., Resolved Inner Disks around Herbig Ae/Be Stars. **Astrophys. J.**, 2004, v.613, p.1049-1071.
24. Pietu V., Guilloteau S., Dutrey A., Sub-arcsec imaging of the AB Aur molecular disk and envelope at millimeter wavelengths: a non Keplerian disk. **Astron. Astrophys.**, 2005, v.443, p.945-954.
25. Hashimoto J., Tamura M., Muto T. et al., Direct Imaging of Fine Structures in Giant Planet-forming Regions of the Protoplanetary Disk Around AB Aurigae. **Astrophys. J.**, 2011, v.729, L17-L21.
26. Mannings V., Sargent A.I., High-Resolution Study of Gas and Dust around Young Intermediate-Mass Stars: Evidence for Circumstellar Disks in Herbig AE Systems. **Astrophys. J.**, 1997, v. 490, p.792 - 802.
27. Grady C.A., Woodgate B.E., Bowers C.W. et al., Coronagraphic Imaging of Pre- Main-Sequence Stars with the Hubble Space Telescope Space Telescope Imaging Spectrograph. I. The Herbig Ae Stars. **Astrophys. J.**, 2005, v.630, p.958-975.
28. Гринин В.П., Ростопчина А.Н., Ориентация околозвездных дисков Ae/Be звезд Хербига и статистика На-профилей. **Астрон. Журн.**, 1996, т. 73, с.194 - 202.
29. Böhm T., Catala C. A spectral atlas of the Herbig Ae star AB Aurigae. **Astron. Astrophys. Suppl.**, 1993, v. 101, p.629-672.

AB AUR ULDUZUNUN OPTİK SPEKTRINDƏ TEZDƏYİŞMƏLƏR

N.Z.İsmayilov, O.V.Xəlilov

AB Aur ulduzunun son illərdə aparılmış spektral müşahidələrinin nəticələri verilmişdir. İlk dəfə göstərilmişdir ki, aktiv dəyişmələr hidrogenin H α və H β şüalanma xətlərinin profillərində bənövşəyi qanadda, HeI 5976Å xəttinin profilində isə profilin qırmızı qanadında baş verir. Göstərilmişdir ki, müəlliflər tərəfindən öncədən ultrabənövşəyi şüalanma spektrinə görə tapılmış 6 gün periodlu periodik dəyişmələr optik diapazonda müşahidə olunan şüalanma xətlərinin bəzi komponentləri üçün də müşahidə olunur. Hidrogen və helium şüalanmasının ekvivalent enlikləri 6 günlük periodla sinxron periodik, şüa sürətləri isə əksfaza dəyişmələr göstərir.

Açar sözlər: cavan ulduzlar-diskvari örtüklər, şüalanma spektri, dəyişmələr

QUICK TIME VARIABILITY IN THE VISUAL SPECTRUM OF AB AUR

N.Z. Ismailov, O.V. Khalilov

Results of spectral observations carried out for last years of the star AB Aur had been presented. Firstly it was showed that of emission line profiles of hydrogen H α and H β shows active variability in the violet wing, but in the HeI 5976 Å line in the red wing. It was showed that early reported 6 days periodical variability in the UV emission spectrum of the star was observed in the some comonents of the emission lines of the visual range. Equivalent whidts of emission line components discovered sinchronal variability in the hydrogen and helium lines, but radial velocities of this lines was shows in the antiphase variability with period 6 days.

Key words: young stars – circumstellar discs, emission spectrum, variability

ПЕРЕМЕННОСТЬ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ 55 CYG в 1999--2000 гг.

© 2012 г. Х.М.Микайлов¹, И.А. Алекберов¹, А.Х. Рзаев²

¹Шамахинская астрофизическая обсерватория, п. Ю. Мамедалиева, Азербайджан

²Специальная астрофизическая обсерватория, п. Н. Архыз, Россия.

(e-mail: xidir.shao@rambler.ru)

По ПЗС-спектрам, полученным на кудэ-эшелле-спектрографе 2м телескопа ШАО НАН Азербайджана, исследованы изменения профилей линий в спектре горячего сверхгиганта 55 Cyg. Показано, что переменность лучевой скорости и профилей линий тяжелых элементов вызваны движениями типа радиальной пульсации. Для линий HeI переменность обусловлена нерадиальными пульсациями. В случае линий H β и H α картина и характер переменности различаются для разных периодов наблюдений. В основном переменность этих линий вызвана фотометрической и позиционной переменностью абсорбционного и эмиссионного компонентов. На профилях этих линий наблюдаются дополнительные эмиссионные компоненты, которые двигаются от их синего к красному крылу, что свидетельствует о клочковатой структуре оболочки звезды.

Ключевые слова: сверхгиганты; звезда - 55 Cyg; пульсация

1. ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на достаточно яркий блеск ($V=4^m.81$ [1]), сверхгигант 55 Cyg (HD 198478 B2.5 I_a) спектроскопически исследован очень мало. Более того, эти исследования были выполнены классическим фотографическим методом спектроскопии и почти все они носят лишь информативный характер. Underhill [2] отмечала, что средняя скорость сильных линий составляет около -8.2 км/с, а амплитуда переменности (по крайним значениям лучевой скорости) доходит до 30.0 км/с. Р Cyg-профиль H α сильно переменный, лучевая скорость абсорбционного компонента около -200 км/с. Hatchings [3] отмечал, что лучевые скорости линий HeI, λ 6678 Å, λ 5876 Å, соответственно, составляли около -5.0 и -12 км/с. По другим линиям HeI, а также линиям OII и NII, была получена средняя скорость около -20 км/с, а по высоким членам балмеровской серии водорода - около -29 км/с. Линия H α показывала прямой Р Cyg-профиль, лучевые скорости эмиссионного и абсорбционного компонентов соответственно были около 36.0 и -88.0 км/с.

В работах Granes and Herman [4] и Granes [5] были исследованы переменность лучевой скорости и профилей линий со временем. На основе спектрограмм с дисперсией около 12.0 Å/mm, полученных на 152-см телескопе обсерватории Haute Provence (в первой

работе 10 кудэ-спектров в течение 13 ночей в 1970 г. и 34 - в течение 16 ночей в 1971 г. во второй работе), была исследована переменность лучевой скорости со временем линий, наблюдаемых в синей области (λ 3600—5000 Å) и переменность профиля линии H α в красной области спектра. Картины переменности лучевой скорости линий H β , H γ , H δ были одинаковыми. Амплитуды переменности лучевой скорости (по их крайним максимальным значениям) для этих линий различались для вышеуказанных двух сезонов и составляли 55 , 32 , 17 км/с [4] и 85 , 46 , 36 км/с [5], соответственно для линий H β , H γ , H δ . Была также исследована переменность лучевых скоростей со временем линий HeI λ 3964, 4026, 4471, 4922 Å, MgII λ 4481 Å и SiIII λ 4552 Å. Картина переменности со временем лучевой скорости линий напоминала движение типа пульсаций, существующее в атмосфере этой звезды. Характерное время переменности составляло около 5.0 дней. Линия H α показывала почти все сложные формы Р Cyg-профиля по Beals [6]. В течение наблюдательного периода изменялись интенсивность абсорбционного и эмиссионного компонентов, а также и их местоположение. Корреляция между изменениями лучевой скорости исследованных линий и переменности профиля H α не было обнаружено.

В отличие от спектроскопических, фотометрические исследования звезды 55 Cyg проводились более систематически. В [7] по наблюдениям, проведенным в 1970 и 1971 гг. в Dominion Astrophysical Observatory в течение 2-х месяцев в полосах UVB, отмечена переменность на $0^m.05$.

В работе [8] по Женевской фотометрии этот сверхгигант был включен в список микропеременных звезд. В [9], по наблюдениям, проведенным на 0.4 - м телескопе (University of Toronto) в 1979 г. в V фильтре, была получена переменность на $\Delta V \sim 0^m.05$. Характерное время переменности, полученное по автокорреляционному анализу, было около 8 дней. На периодограмме более интенсивные пики наблюдались около 5 и 10 дней. А по наблюдениям в 1980 г. в стандартных Strömgen uvby-фильтрах амплитуда переменности была значительно меньше.

По наблюдениям, проведенным на 0.4 - м телескопе (University of Toronto) в течение 85 дней в 1986 г. и в течение 28 дней в 1987 г., была исследована фотометрическая переменность в полосах В и V [10]. Характерное время полученной переменности оказалось около месяца, на которую, возможно, налагается переменность продолжительностью около недели. Кратковременные переменности не были обнаружены. Авторы связывали эти переменности с процессами, происходящими в околозвездном пространстве или в оболочке звезды. А по наблюдениям на этом же телескопе, проведенным в 1988 и 1989 гг. в BV фильтрах, только по данным за 1989 г. была обнаружена переменность в V фильтре на величину около $0^m.05$ [11].

В работе [12] отмечается, что по данным UVB фотометрии, полученным в Hvar обсерватории в 1986, 1988 и 1989 гг., наблюдается изменение на величину около $0^m.1 \pm 0^m.02$ с возможным псевдопериодом около 45^d . По данным HIPPARC-фотометрии была найдена переменность с периодом около $P=4.885$ дней с амплитудой $0^m.053$ [13].

Звезда 55 Cyg также является объектом для изучения межзвездной среды. В [14] была исследована межзвездная линия Li I λ 6708 Å. В спектре этой звезды в диапазоне $4500 \leq \lambda \leq 7000$ Å наблюдается больше 20 межзвездных полос (далее DIB-Diffuse Interstellar Band) [15]. В работе [16] в спектре

55 Cyg только для области $6400 \leq \lambda \leq 6470$ Å отмечено около 10 DIB. В работе [15] были измерены центральные интенсивности r_0 и лучевые скорости около 20 DIB. Для DIB λ 5780, 5797 Å эти величины соответственно составляют около 0.87, -14.0 км/с и 0.9, -13.0 км/с. Hsu and Breger [17] показали, что у 55 Cyg наблюдаются поляриметрические изменения. Далее, в 1986 г. Viraghalmi [18] подтвердил эти результаты. Все это свидетельствовало о том, что 55 Cyg имеет околозвездную оболочку. В [19] отмечено, что звезда 55 Cyg имеет диск.

Впервые для этой звезды попытка подогнать расчетные профили линий к наблюдаемым с помощью простой модели атмосферы была сделана в 1956 г. Аллером [20]. Определение фундаментальных параметров, а также распространенность химических элементов с помощью не - ЛТР модели атмосферы были сделаны в работах [1, 21-24]. В последних двух работах были использованы ПЗС - эшелле спектры.

В настоящей статье по кудэ - эшелле - спектрам, полученным в 1999, 2000 гг. на 2-м телескопе ШАО НАН Азербайджана, исследована переменность лучевой скорости и профиля линий в спектре 55 Cyg.

2. НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКА

На 2-м телескопе ШАО в 1999 г. с 07.09 по 16.10 были получены 16, а в 2000 г. с 18.07 по 27.08 - 18 спектров (по две спектра в каждую ночь) на кудэ- эшелле-спектрографе с ПЗС-матрицей 580 x 530 элементов с разрешением $R = 30000$ [25]. Размер матрицы ставил ограничения как на число порядков, так и на длину одного порядка. Наклон решетки выбирался таким образом, что в кадр попадал спектральный диапазон $\lambda\lambda$ 4340—7000 Å и одной экспозицией можно было фиксировать линии H_α и H_β [26]. Отношение сигнал/ шум отличалось для разных участков спектра и соответственно составляло $120 \leq S/N \leq 170$, $100 \leq S/N \leq 120$, $50 \leq S/N \leq 70$ для областей H_α , H_β и MgII-4481. Общее количество наблюдательных ночей в течение двух лет составило 17, соответственно 8 и 9 ночей (точек) в 1999 и 2000 гг. В течение одной ночи в пределах ошибок измерений переменности фотометрических и позиционных характеристик линий не обнаружены.

Поэтому спектры, полученные в течение одной ночи (в течение 3 часов), усреднены.

Обработка эшелле-изображений (вычитание темнового кадра, учет рассеянного света, учет попиксельной неоднородности и т.д.) выполнена на основе пакета программ MIDAS и DECH95 [27]. Отметим, что при правильном выполнении всех процедур результаты обработки оказались одинаковыми. Обработка отдельных порядков эшелле-спектров (векторов) выполнена пакетом программ DECH20 [27]. Особенности обработки кудэ-эшелле-спектров 2-м телескопа ШАО, а также результаты исследования точности фотометрических и позиционных измерений линий, можно найти в работах [26, 28].

Отметим, что для уменьшения шумов и увеличения точности фотометрических и позиционных измерений мы также применили процедуры сглаживания спектра. Пакет программ DECH20 предусматривает три варианта процесса сглаживания. Мы воспользовались наиболее эффективным в данном случае способом - методом гауссианы. Полная ширина на половине интенсивности гауссианы (FWHM), с которой сворачивался спектр, определялась по ширине инструментального контура, для наших спектров она составляет в среднем $0.2 \text{ \AA}$. Этот прием позволяет понизить влияние шума практически без потери спектрального разрешения.

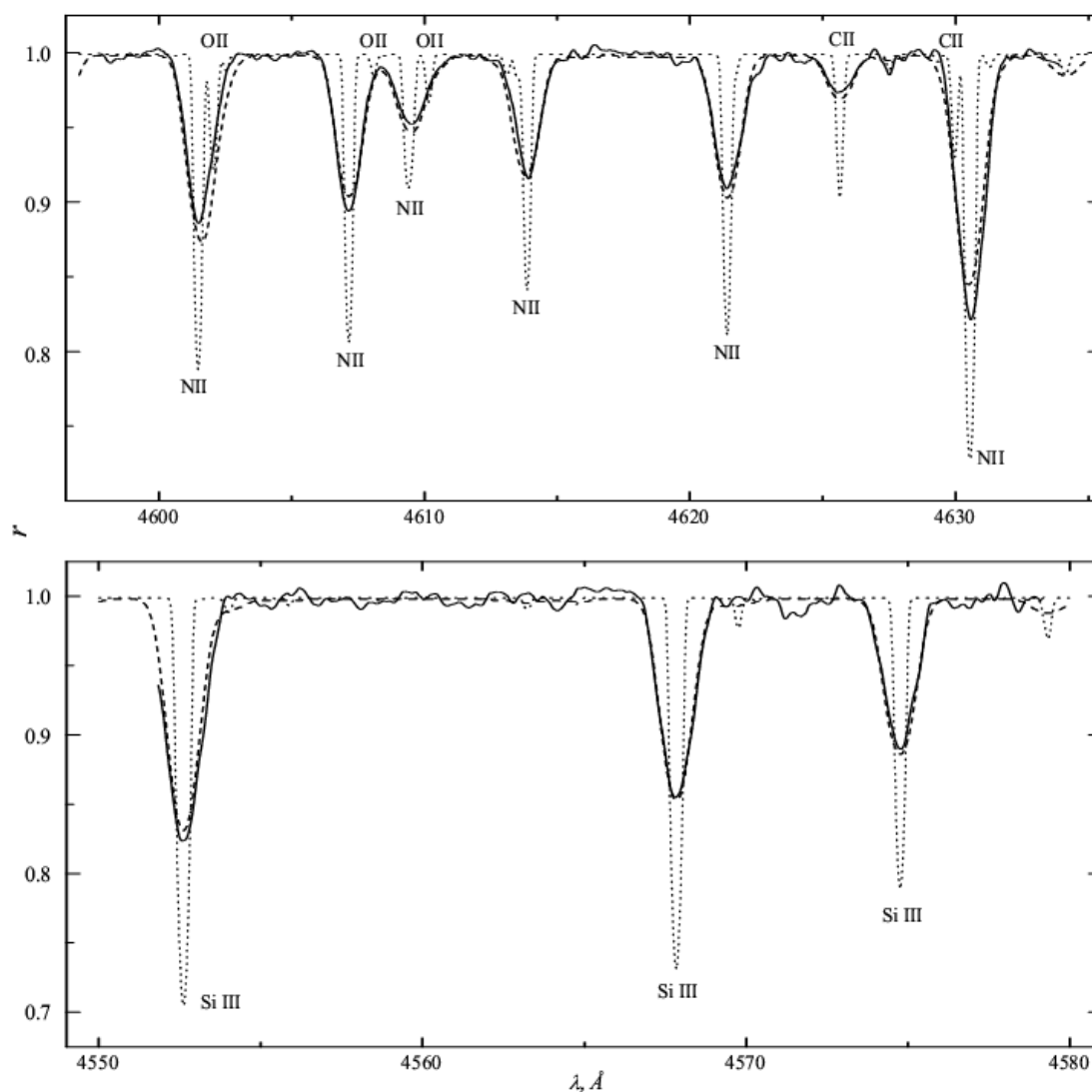


Рис. 1. Наблюдаемый (сплошная), неуширенный (пунктирная) и уширенный из-за скорости вращения звезды (штриховая линия) теоретические спектры 55 Cyg для указанного диапазона длин волн.

После выполнения вышеперечисленных процедур эквивалентные ширины и остаточные интенсивности DIB λ 5780, 5797 Å и ошибки их измерения соответствуют величинам 0.298 ± 0.005 , 0.862 ± 0.003 и 0.08 ± 0.003 , 0.914 ± 0.002 Å, что хорошо согласуется с результатами из [15]. Максимальные отклонения от среднего для эквивалентной ширины и остаточной интенсивности не превышают ± 0.015 и ± 0.005 Å, соответственно.

Контроль систематических ошибок измерений лучевых скоростей линий осуществлялся по измерениям теллурических линий H₂O. Среднеквадратическое отклонение от среднего, найденное по 40 теллурическим линиям, составляет -0.3 ± 0.5 км/с. А по трем DIB λ 5780, 5797, 6660 Å среднеквадратическое отклонение от среднего, найденное по всем полученным спектрам, составляет -12.5 ± 1.5 км/с.

3. ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ И ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ

На наших спектрах в диапазоне λ 4340-6700 Å наблюдается около 80 звездных линий. У большинства линий, не учитывая HeI и водородных, интенсивности слабые $r_0 \geq 0.9$, т. е. центральные глубины линий не превышают $R_0 = 1 - r_0 \leq 0.1$ (см. также работы [15, 30]). Измерение лучевой скорости показало, что разброс этих величин для разных групп линий существенный. Исследование показало, что это связано как с эффективной длиной волны линии (для блендированных линий), так и с малой величиной ее интенсивности. У наиболее сильных линий MgII λ 4481 и CII λ 6578, λ 6582 Å, центральные интенсивности r_0 доходят до 0.73 и 0.78, соответственно. Для линий средней интенсивности эта величина находится в интервале $0.88 \leq r_0 \leq 0.83$. С целью отбора линий для исследования ($R_0 > 0.1$ и неblendированные) был рассчитан синтетический спектр. Расчеты были сделаны с применением программного комплекса SPECTR [29] в АТР-приближении. Эволюционные параметры и химическое содержание атмосферы были взяты из работы [24]: $T=17500$ K, $\log g=2.25$, $v_{\sin i}=61$ км/с, $v_{\text{mic}}=8$ км/с. Анализ показал, что интенсивность линий наблюдаемых элементов имеет хорошее согласие с

расчетными при увеличении содержания соответствующих тяжелых элементов на ~ 0.3 dex. Поэтому, для расчета была использована модель атмосферы Castelli and Kurucz [31] с $\Delta[X/H]=0.3$ dex. Сопоставление расчетных и наблюдаемых профилей линий для некоторых областей спектра показано на Рис.1.

Для исследования переменности лучевой скорости по вышеотмеченным критериям были отобраны 15 линий тяжелых элементов: C II λ 6582, 6578 Å; N II λ 5710, 5666, 5045, 5005, 4630, 4607, 4601 Å; Si III λ 4674, 4567, 4552 Å; Al III λ 5696 Å и Mg II λ 4481; 5 линий HeI: λ 6678, 5876, 5015, 4713, 4471 Å и линии H $_{\alpha}$ и H $_{\beta}$. Расчетные спектры показали, что эффективные длины волн линий хорошо согласуются с таковыми из работы [15]. Для улучшения точности измерения, лучевые скорости линий были измерены по методике, описанной в работе [32], т. е. отдельно для синей и красной половин контура абсорбции и на нескольких уровнях остаточной интенсивности линии. Далее, полученные величины лучевой скорости усреднялись. Наши измерения показали, что в некоторых фазах наблюдения величины лучевой скорости линий C II λ 6578, 6582 Å в пределах ошибок измерений, отличаются от соответствующих величин для других линий тяжелых элементов. А лучевая скорость линии HeI λ 5876 Å отличается от лучевых скоростей других линий HeI. На примере данных, полученных за 2000 г., переменность лучевой скорости для упомянутых линий приведена на Рис. 2.

В работе [5] в разные фазы наблюдений для всех исследованных линий: водорода H $_{\beta}$, H $_{\gamma}$, H $_{\delta}$, HeI и тяжелых элементов были получены положительные величины лучевой скорости. А в работе [1] для лучевой скорости по линиям кремния была получена положительная величина - около 8 км/с. По нашим спектрам для лучевой скорости линий положительные величины не были зафиксированы. Поэтому, для лучевой скорости центра массы звезды была взята величина -7.0 км/с, приведенная в архиве SIMBAD и на Рис. 2 она отмечена пунктирной горизонтальной линией. Как видно из Рис. 2, картины переменности лучевой скорости со временем напоминают

колебательное движение относительно лучевой скорости центра массы звезды.

В работе [33] было показано, что по переменности профилей относительно их среднего на (V, r) -плоскости сложно определить тип (радиальный или нерадиальный) колебательных движений. Для этой цели, особенно при недостаточности данных для поиска возможной периодичности, необходимо исследовать переменность профилей относительно их среднего на (V, r) -плоскости. Такие картины на примере линий С II λ 6578 Å и HeI λ 6678 Å для некоторых дат соответственно представлены на Рис. 3 и 4.

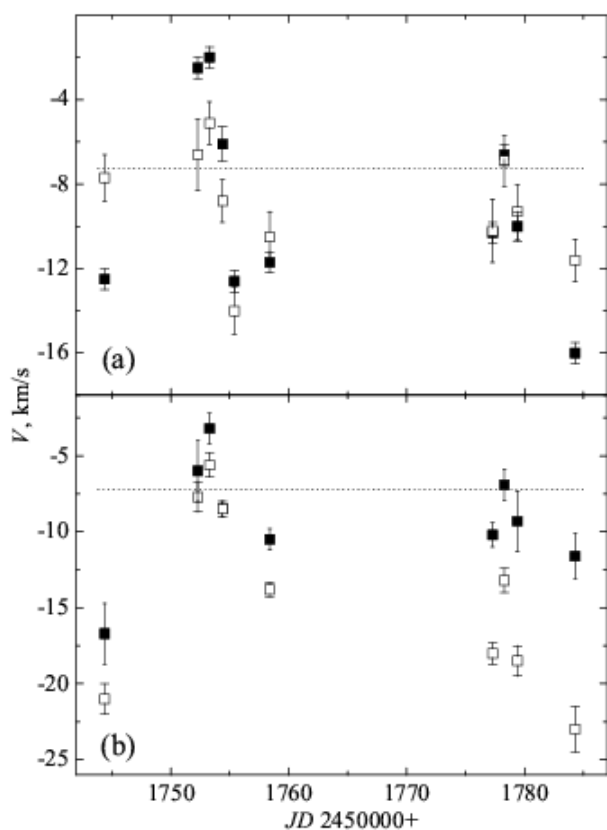


Рис. 2. Переменность лучевой скорости со временем: (a) для линий С II λ 6578, 6582 Å (темные), для остальных линий тяжелых элементов (светлые квадратики), отмеченных в разделе 3. (b) для линии HeI λ 5876 Å (темные) и для остальных линий HeI (светлые квадратики). Горизонтальной пунктирной линией отмечена лучевая скорость центра массы звезды.

На верхних рисунках для линии С II λ 6578 приведены четыре, для HeI λ 6678 Å - семь профилей, которые наглядно демонстрируют характерные изменения (смещения) со временем для синей и красной половин контура абсорбции. Также, для наглядности, на нижних рисунках Рис. 4 приведен пример для двух профилей. Переменность остальных профилей, относительно их среднего, аналогичная. На левых частях Рис. 3 и 4 оси специально размечены в обратном порядке, чтобы синяя половина профиля абсорбции выглядела в привычном нам виде, т.е. как в случае профиля, записанного в (V, r) -плоскости.

Наблюдаемые и расчетный профиль линии H_β представлены на Рис. 5а. Расчетный профиль был получен при не-ЛТР приближении. Отметим, что профили не-ЛТР и ЛТР приближения существенно не отличались друг от друга. Для сопоставления наблюдаемых профилей с расчетным, последний был сдвинут на -20.0 км/с, т.е. на среднюю величину лучевой скорости, полученную по всему материалу. Далее, профили, мало отличающиеся по фотометрическим и позиционным параметрам, были усреднены. Полученные образцы профилей представлены на Рис. 5b, их переменность относительно расчетного представлена на Рис. 5с. Отметим, что на Рис. 5b представлены два профиля, полученные в 2010 г. на кудэ-эшелле-спектрографе 1-м телескопа САО РАН с разрешением $R=30000$. На рисунках цифрами указаны даты полученных и усредненных профилей. Картины переменности профиля линии во временном интервале от одного до нескольких дней представлены на Рис. 6, для периода наблюдений 07.09.1999-24.09.2010.

Сопоставление полученных профилей, их фотометрических и позиционных параметров показало, что у линии H_β со временем в значительной степени меняется и лучевая скорость, и центральная интенсивность абсорбционного компонента. В случае линии H_α устранение влияния теллурических линий, искажающих ее профиль, было осуществлено по методике, описанной в [34].

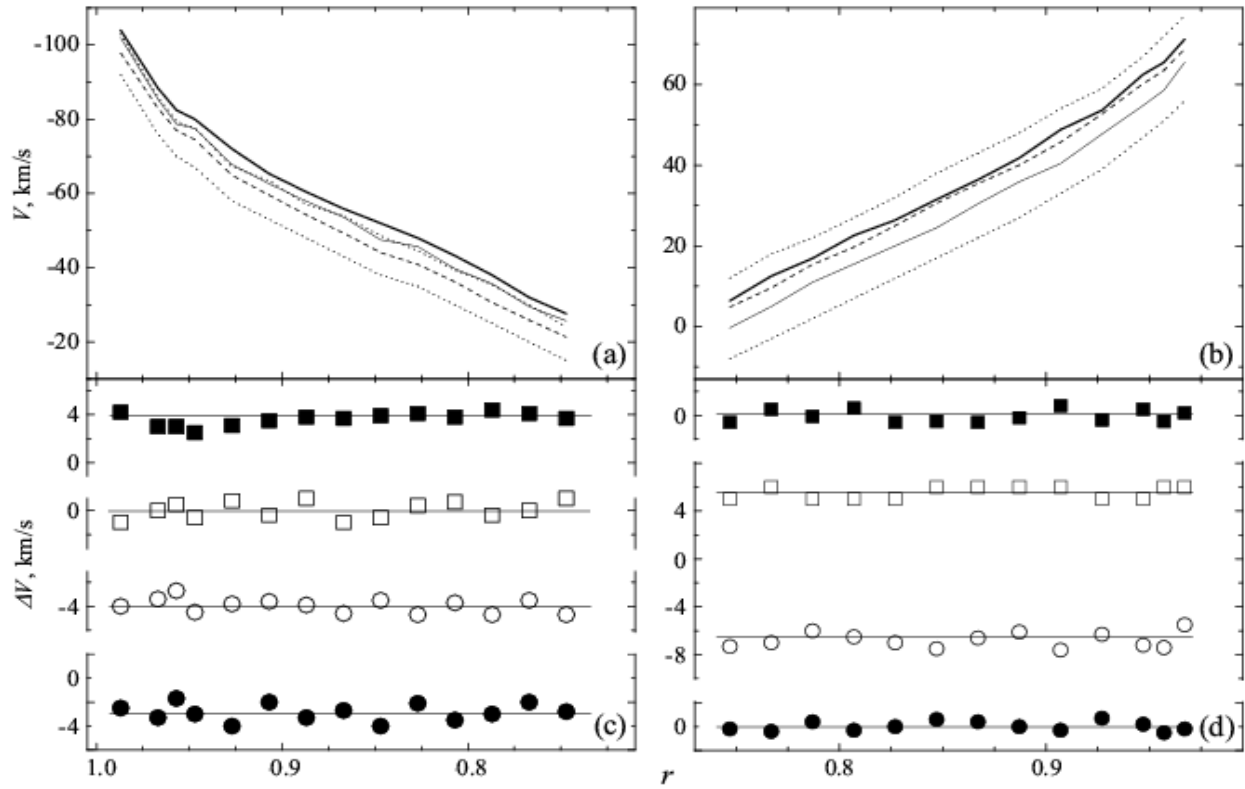


Рис. 3. (а) и (б) профили соответственно синей и красной половины абсорбции линии СИ $\lambda 6578 \text{ \AA}$, построенные на (V, r) -плоскости. Пунктирные сдвинутые вниз линии - средний профиль синих и красных половин абсорбции, полученный по всем наблюдаемым профилям этой линии. 21.08.00-жирная, 22.08.00-штриховая, 08.09.99-пунктирная, 01.08.00-сплошная линия. (с) и (d) -примеры переменности профилей соответственно синей и красной половины абсорбции СИ $\lambda 6578 \text{ \AA}$ относительно их среднего профиля: 22.08.00-темные, 08.09.99-светлые квадратики, 01.08.00-светлые и 20.08.00-темные кружки. Вертикальные размеры символов соответствуют ошибкам измерений лучевой скорости.

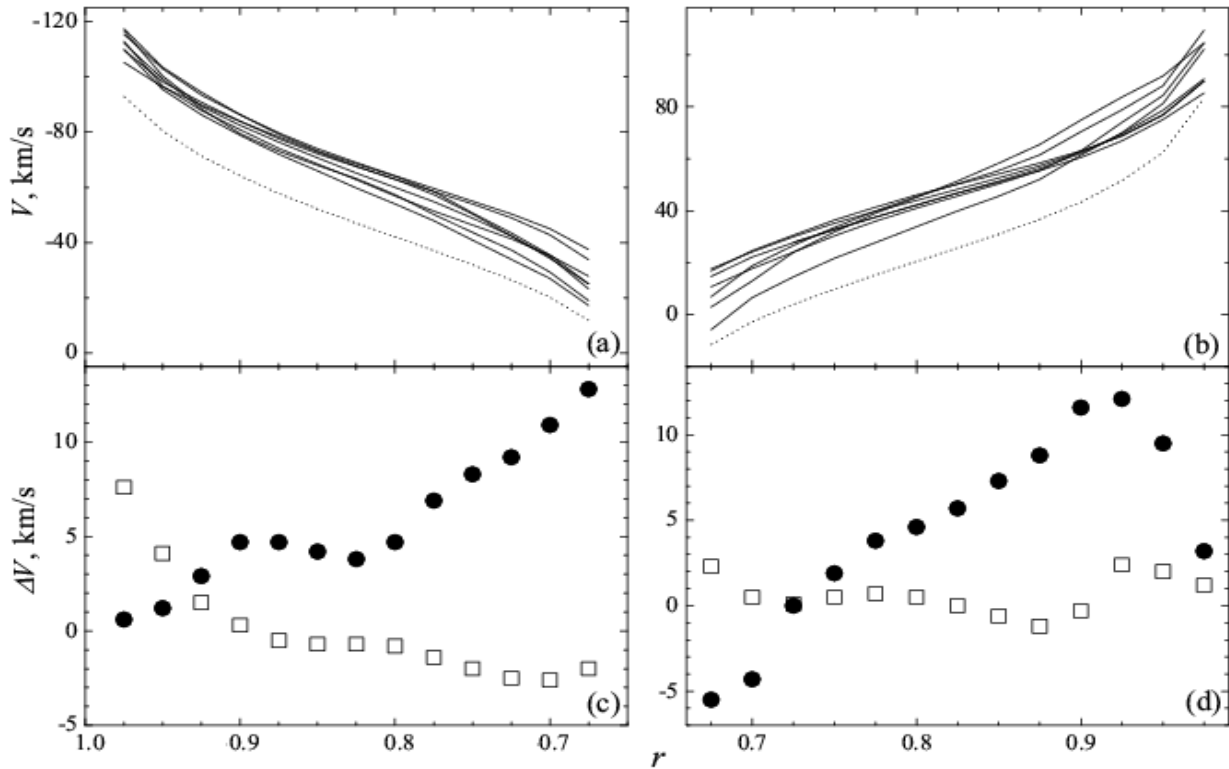


Рис.4. То же самое, что и на Рис. 3 для линии HeI $\lambda 6678 \text{ \AA}$ для двух дат наблюдений. 09.09.99-квадратики, 11.09.99-кружки.

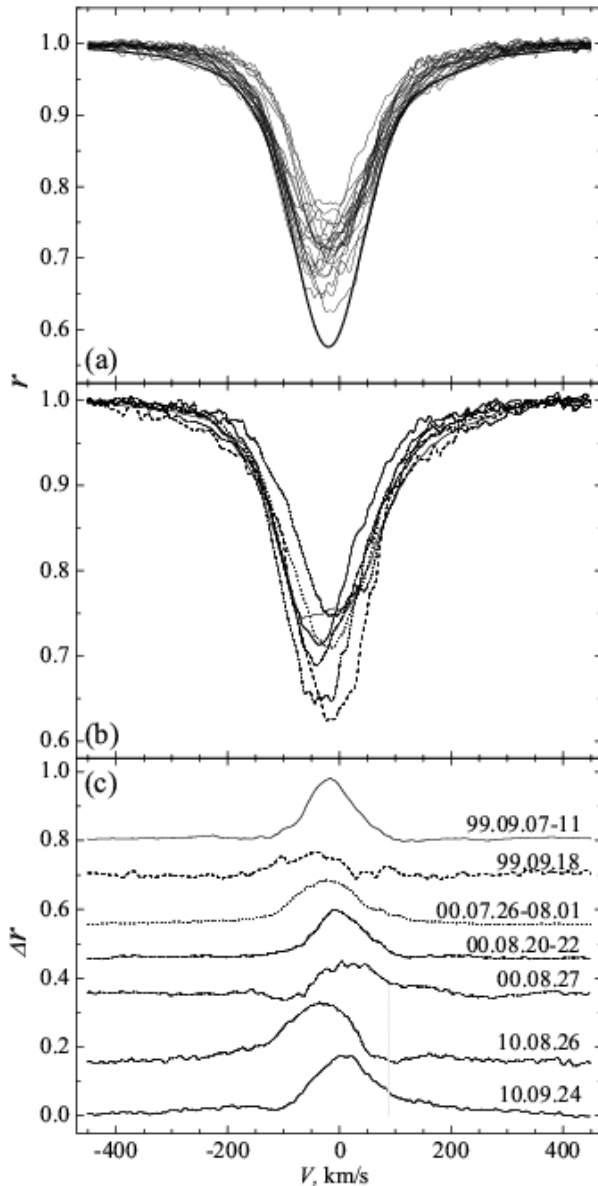


Рис.5. (а) Наблюдаемые и расчетный (жирная) профили линии H_{β} . (б) Характерные образцы профилей, полученные усреднением похожих профилей из Рис. 5а. (с) Переменность профилей линий из Рис. 5б относительно расчетного. Цифрами указаны даты полученных и усредненных профилей.

Полученные, таким образом, профили линии H_{α} представлены на Рис. 7а. Профили линии H_{α} , полученные в течение ночи (от 30 минут до 2 часов) не показывают значительной переменности и поэтому они были усреднены. А профили, полученные через сутки, показывают существенные изменения и в разные периоды наблюдений картина и характер этих изменений различаются. Как в случае линии H_{β} , переменность полученных профилей линии H_{α} была исследована

относительно теоретического профиля, который был рассчитан при не-ЛТР приближении. Расчетный абсорбционный профиль “фотосферного происхождения” представлен пунктирной линией, которая сдвинута на -30.0 км/с (Рис. 7а). Переменности профилей линии H_{α} , полученные в разные периоды наблюдений, относительно расчетного, представлены на Рис. 7-10.

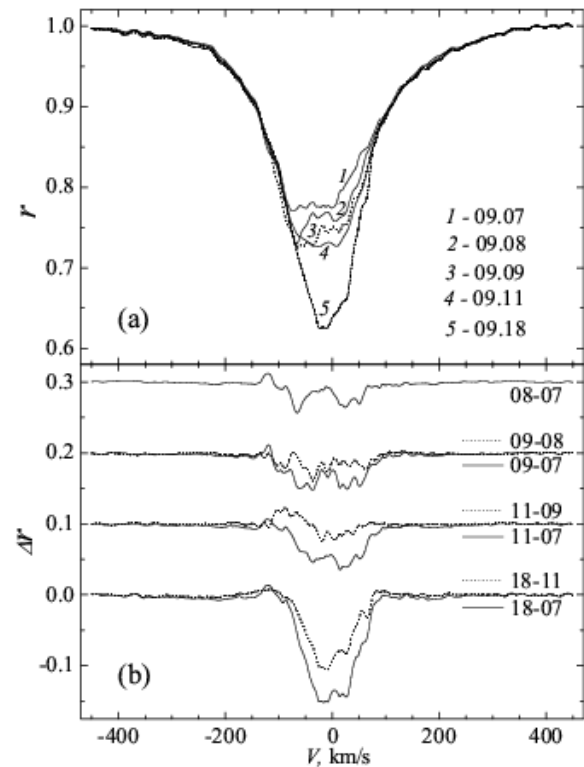


Рис.6. (а) Наблюдаемые профили линии H_{β} , полученные в период 99.09.07-18. Номера профилей и дата их получения (месяц и ночь) указаны цифрами. (б) Переменность профилей на Рис. 6а относительно профиля 1(сплошные) и относительно предыдущего по дате (пунктирная линия). На правой части первые цифры обозначают даты уменьшенных, а вторая-вычитанных профилей.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Линии тяжелых элементов исследованы и представлены на примере линии СП λ 6582 $\text{\AA}$. Рис. 3 показывает, что переменность синей и красной половин контура абсорбции относительно их среднего, в пределах ошибок измерений, одинакова на всех уровнях ее интенсивности. Мы наблюдаем параллельные смещения этих контуров относительно их

среднего, а также друг от друга. Это свидетельствует о том, что эти переменности обусловлены радиальными движениями слоев атмосферы, где формируется линия. Переменности профилей других тяжелых элементов аналогичны.

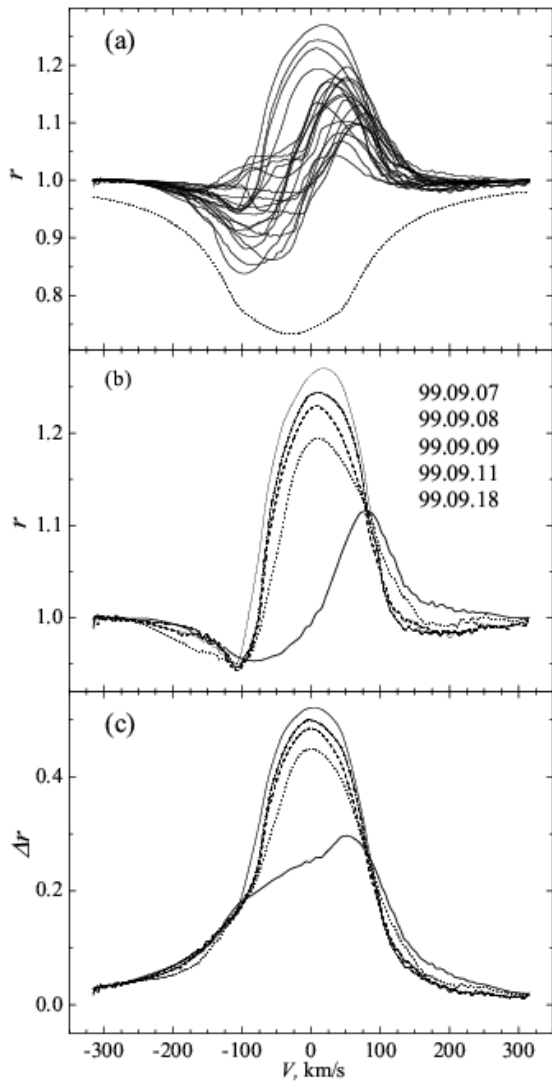


Рис.7. (а) Наблюдаемые и расчетный (пунктирная) профили линии H_{α} . (б) Профили линии H_{α} , полученные в период 07-18.09.99. Цифрами указаны даты получения профилей соответственно сверху вниз. (с) Переменность профилей на Рис. 7б относительно расчетного профиля. Даты и стиль линий такие же, как на Рис.7б.

Линии HeI представлены на примере линии $HeI \lambda 6678 \text{ \AA}$. Рис. 4 показывает, что в случае линий HeI переменность синей и красной половин контура абсорбции

относительно их среднего различается от таковых для линий тяжелых элементов. Во-первых, эта переменность различается для разных уровней интенсивности линии. Во-вторых, она различается для синей и красной половин контура абсорбции. Как было показано в работе [33], такая переменность обусловлена нерадиальными пульсациями.

Линия H_{β} всегда наблюдалась как абсорбционный профиль. Как видно из Рис. 5а, расчетный профиль линии H_{β} интенсивнее, чем наблюдаемый. Это свидетельствует о том, что профиль линии H_{β} состоит из абсорбционного компонента, на который накладывается эмиссионный компонент. Рис. 5с показывает, что со временем наблюдается перемещение эмиссионного компонента по профилю линии.

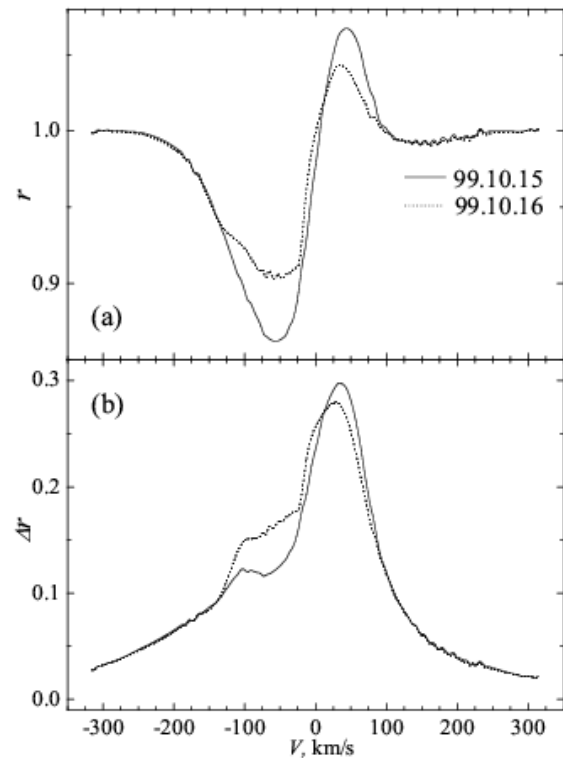


Рис.8. (а) Наблюдаемые профили линии H_{β} , даты указаны на рисунке. (б) Переменность профилей на Рис. 8а относительно расчетного профиля. Даты и стиль линий такие же, как на Рис. 8а.

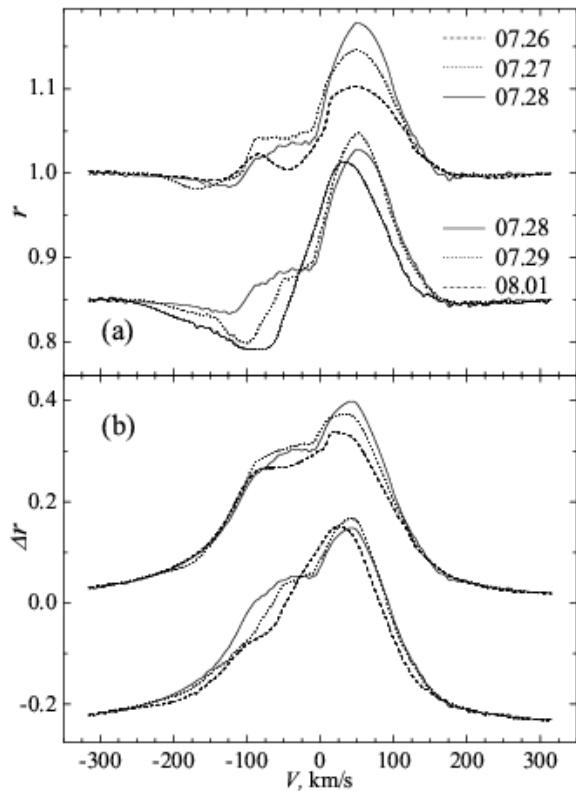


Рис.9. (a) и (b) То же, что на Рис. 8a и 8b, но для профилей, полученных в 2000 г., даты (месяц и число) указаны на рисунке. Подробности в тексте.

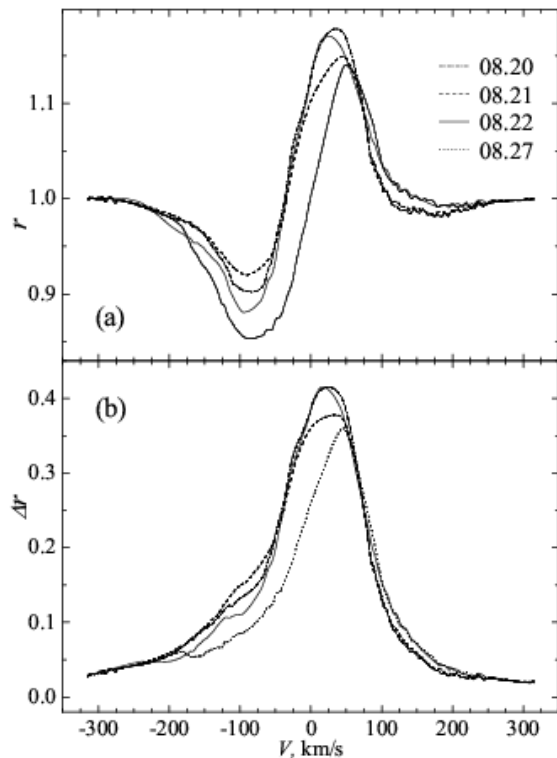


Рис.10. То же, что на Рис. 9(a, b), но для другого периода наблюдений.

По нашим наблюдениям, лучевая скорость абсорбционного компонента этой линии меняется в пределах от -13.0 (18.09.1999) до -35.0 км/с (22.08.2000). Со временем также значительно меняется и центральная интенсивность абсорбционного компонента от минимальной величины $r_0=0.78$ (07.09.99), до максимальной - 0.63 (18.09.99). Наши исследования показали, что изменение позиции эмиссионного компонента на горизонтальной оси Рис. 5с в основном связано с дифференциальным сдвигом абсорбционного компонента линии H_β относительно расчетного профиля. Но корреляция между изменением интенсивности абсорбционного компонента и этими дифференциальными сдвигами различается для разных периодов наблюдений. В периоды наблюдений 26 – 27 - 28.07 2000 и 20 – 21 - 22.08 2000 г. в течение трех ночей существенного изменения центральной интенсивности абсорбции не наблюдается. Это свидетельствует о том, что в эти периоды наблюдений переменность профиля в основном обусловлена пульсационными движениями слоев атмосферы, где формируется линия H_β .

В периоды 07-18.09 1999 г. явно наблюдается переменность центральной интенсивности линии. Наши исследования показали, что от ночи к ночи величина переменности интенсивности абсорбционного компонента линии H_β небольшая. Поэтому, для этих периодов наблюдений переменность профилей относительно расчетного профиля недостаточна для выявления особенностей и причин этой переменности. Для прослеживания развития переменности в течение нескольких дней мы с каждого профиля вычли первый профиль, полученный в начале данной сети наблюдений. На Рис. 6b эти разницы показаны сплошными линиями. Для выявления особенностей переменности в течение суток мы от каждого профиля вычли предыдущий полученный профиль, (пунктирные линии на Рис. 6b). Для наглядного сопоставления этих двух типов переменностей они представлены на одном рисунке (Рис. 6b), где в правой части первые цифры обозначают даты уменьшенных, а вторые - вычитанных профилей. На Рис. 6

видно, что переменность интенсивности абсорбционного компонента линии H_{β} происходит в интервале лучевой скорости $-100 \leq V \leq 100$ и это не связано с позиционными сдвигами абсорбционного компонента в целом, крылья в интервале лучевой скорости $|100| < V$ не меняются.

Сопоставление профилей на Рис. 6а и их разницы (на Рис. 6б) выявляет характер и причину переменности профилей в течение четырех последовательных ночей с 99.09.07 по 99.09.11. На Рис. 6б видно, что переменность профиля 2, 3, 4 относительно 1 (сплошные кривые) происходит следующим образом. На профиле линии наблюдается слабый эмиссионный компонент, который двигается по профилю линии от ее синего крыла к красному и по мере движения ее интенсивность уменьшается. На профиле 2 (Рис. 6а) заметно, что с перемещением эмиссионного компонента на красную сторону, на синей половине профиля интенсивность абсорбции увеличивается. На профиле 3 по мере движения эмиссионной детали этот процесс выглядит более наглядно. Разница профилей 3 и 1 (кривая сплошной линией “11-07”) показывает, что на синем крыле появляется новая эмиссионная деталь. Это явление особенно рельефно выглядит на разнице профилей, отмеченных пунктирными линиями на Рис. 6б. Уже на разнице профилей 3 и 2 (пунктирная кривая “09-08”) эта эмиссионная деталь заметна, а на разнице профилей 4 и 3 (пунктирная кривая “11-09”) она заметно усиливается. Все это свидетельствует о клочковатой структуре оболочки звезды.

Как было отмечено выше, самая интенсивная абсорбция для линии H_{β} была получена в ночь 99.09.18. Но как видно из Рис. 6б, разницы профилей “18-07” и “18-11” показывают, что этот профиль также “засорен” эмиссионным компонентом. Возможно, наш расчетный профиль реально отражает абсорбционный компонент фотосферного происхождения.

Линия H_{α} в основном выглядит как прямой Р Суг-профиль, но морфология профилей сильно различается. Наблюдается переменность со временем фотометрических и позиционных характеристик и абсорбционного, и эмиссионного компонента. Картина и характер

переменности различаются для разных периодов наблюдений.

В период первого непрерывного ряда наблюдений (с 07.09 по 18.09 1999 г.) зафиксирован интенсивный эмиссионный компонент, у которого интенсивность со временем уменьшается (Рис. 10б). На Рис. 7с приведена переменность этих профилей относительно расчетного профиля. Из Рис. 7б и 7с видно, что в ночи 99.09.11 и 99.09.18, по сравнению с предыдущими ночами, синяя половина контура эмиссии существенно сдвинулась в красную часть спектра. При этом интенсивность абсорбционного компонента не увеличилась. Наоборот, абсорбционное крыло стало менее интенсивным и пологим. А эмиссионные крылья красной половины контура эмиссии стали более интенсивными и широкими. Это, возможно, свидетельствует о том, что переменности эмиссионного и абсорбционного компонентов различаются.

На спектрах, полученных 15 и 16 октября 1999 г., профили линии H_{α} и ее переменность сильно отличаются от таковых, приведенных на Рис. 7б и 7с. Эти профили показаны на Рис. 8а. Их переменность относительно расчетного профиля представлена на Рис. 8б. Видно, что на профиле, полученном в ночь 99.10.15 в диапазоне $V \sim -100 \pm 25 \text{ км/с}$, наблюдается эмиссионный компонент. Через сутки его интенсивность и ширина значительно увеличились, и он сдвинулся в красную часть спектра.

Аналогичная картина переменности профиля H_{α} наблюдается в период с 07.26 по 08.01 2000 г., когда было проведено очередное непрерывное наблюдение. Эти переменности очевидным образом наблюдаются как на самих профилях (Рис. 9а), так и на картинках, отображающих их изменения относительно расчетного профиля (Рис. 9б). Для наглядности эти профили мы объединили в две группы и во вторую группу включен последний по дате профиль из первой группы. Даты (месяц и число) профилей указаны цифрами на Рис. 9а. Из Рис. 9 видно, что на первом профиле (26.07.00), полученном в начале данной серии, наблюдается дополнительный эмиссионный компонент ($V \sim -90 \pm 15 \text{ км/с}$), а на профиле 27.07.00 его интенсивность заметно усиливается. В последующие даты наблюдения он сдвигается в длинноволновую

часть спектра, и, как следствие, интенсивность абсорбционного компонента на синем крыле и эмиссионного компонента на красном крыле линии увеличивается. По мере движения его интенсивность уменьшается.

Другой тип переменности профиля H_{α} наблюдается в период 08.20-08.27 2000 г. (Рис. 10a и 10b). Во второй ночи этой серии (00.08.21) наблюдается уменьшение интенсивности и абсорбционного, и эмиссионного компонентов по отношению к первой ночи (00.08.20). В следующей ночи (00.08.22) интенсивность и абсорбции, и эмиссии увеличивается. Следующий профиль был получен через 5 суток, и Рис. 10a и 10b не позволяют выявить характер переменности. Но переменность профилей относительно первого и предыдущего по дате (как в случае линии $H\beta$) показывают, что наблюдаемые переменности обусловлены переменностями абсорбционного и эмиссионного компонентов и эти переменности различаются.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наши исследования показали, что в спектре сверхгиганта 55 Cyg переменность лучевой скорости и профилей линий тяжелых элементов обусловлены движениями типа радиальной пульсации, существующей в атмосфере этой звезды. А переменность лучевой скорости и профилей линий HeI вызваны нерадиальными пульсациями.

Сопоставление наблюдаемых профилей линии H_{β} с расчетной показало, что она состоит из абсорбционного компонента, на который накладывается эмиссионный компонент. Характер и темп переменности лучевой скорости и профиля линии H_{β} различаются для разных сезонов наблюдений. В некоторые периоды наблюдений, когда не наблюдается изменение интенсивности линии, переменность обусловлена движениями типа пульсаций. В другие периоды, когда зафиксированы переменности интенсивности абсорбции, наблюдаются дополнительные эмиссионные компоненты, которые двигаются по профилю линии с ее синего на красное крыло. Это свидетельствует о клочковатой структуре оболочки звезды.

В наших наблюдениях линия H_{α} выглядит как прямой P Cyg-профиль. Переменность профиля также различается для разных периодов наблюдений. В основном она вызвана фотометрическими и позиционными изменениями абсорбционного и эмиссионного компонентов. В отдельные периоды наблюдений зафиксированы эмиссионные компоненты, которые, как в случае линии H_{β} , двигаются по профилю линии с ее синего на красное крыло. Дополнительные эмиссионные компоненты заметны как на синем, так и на красном крыле эмиссионного компонента. Мы наблюдаем вклад отдельных, отдаляющихся и приближающихся частей оболочки, что свидетельствует о ее клочковатой структуре.

Наше исследование показало, что для выявления картины переменности профилей линий в спектре сверхгиганта 55 Cyg необходимы длительные непрерывные (желательно через день) наблюдения с высоким разрешением и отношением сигнал на шум, $S/N \geq 250$. Авторы благодарят В. В. Шиманского за расчет и предоставление синтетического спектра звезды 55 Cyg.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Markova N. and Puls J., Bright OB stars in the Galaxy. IV. Stellar and wind parameters of early to late B supergiants, **Astron. Astrophys.**, 2008, v.478, pp 823-842.
2. Underhill A., Some observations of the supergiants 67 Ophiuchi, 55 Cygni, and χ^2 Orionis, **Publ. Dom. Obs. Victoria**, 1960, v.XI, pp353-361.
3. Hatchings J. B., Expanding atmospheres in OB supergiants - IV. **Monthly Notices Roy. Astron. Soc.**, 1970, v.147, pp 161-176.
4. Granes P., Herman R. "Colloquium on Supergiant Stars", in **Proceedings of the Third Colloquium on Astrophysics**, Ed. M. Hark (Trieste, 1971), p. 58.
5. Granes P., Spectral evolution of the supergiant 55 Cygni, **Astronomy and Astrophysics**, 1975, v. 45, pp. 343-347.
6. Beals C.S., The Spectra of the P Cygni Stars, **Publ. Dom. Astroph. Obs. Victoria**, 1953, v.9, pp 1-139
7. Hill G., Hilditch R. W., Pfannenschmidt E. L., Photoelectric measures of variable stars observed at Mt. Kobau (1970 - 73). **Pub. Dom. Astroph. Obs. Victoria** v. 15, pp. 1 - 35.
8. Rufener F., Bartholdi P., List of 333 variable, microvariable or suspected variable stars detected in the Geneva photometry, **Astron. Astrophys. Suppl. Ser.** 1982, v. 48, pp.503-511.
9. Percy J. R., Welch D. L., Photometric variability of B- and A-type supergiants, **Publ. Astron. Soc. Pac.** 1983, v.95, pp. 491-505.

10. Percy J. R., Coffin B. L., Drukier G. A. et. al., Photoelectric monitoring of bright Be stars, **Publ. Astron. Soc. Pac.** 1988, v.100, pp.1555-1566.
11. Percy J. R., Harlow, J., Hayhoe K. A. W. et.al., Photometric Monitoring of Bright Be Stars. III. 1988-89 and 1992-95, **Publ. Astron. Soc. Pac.** 1997, v.109, pp.1215-1220.
12. Pavlovski K., Harmanec P., Bozic H. et.al., UBV photometry of Be stars at Hvar: 1972 – 1990. **Astron. Astrophys. Suppl. Ser.** 1997, v.125, pp. 75-98.
13. Koen C. and Eyer L., New periodic variables from the Hipparcos epoch photometry. **Monthly Notices Roy.Astron.Soc.**, 2002, v.331, pp.45 – 59.
14. Snell R. L., Vanden Bout P. A., Observations of interstellar lithium toward Sigma Scorpii, Beta/1/ Scorpii, and 55 Cygni. **Astroph. J.** 1981, v.250, pp.160-162.
15. Chentsov E. L., Spectral atlas of O9.5-A1-Type supergiants. **Astrophysical Bulletin**, 2007, v. 62, pp.257-284.
16. Galazutdinov G. A., Han I., Krelowski J., Profiles of Very Weak Diffuse Interstellar Bands around 6440 Å. **Astroph. J.**, 2005, v.629, pp.299-304.
17. Hsu J., Breger M., On standard polarized stars. **Astroph. J.**, 1982, v. 262, pp. 732-738.
18. Viraghalmy G., Linear Polarimetric Measurements of 55 Cygni. **Inform. Bull. Var. Stars**, 1986, No2938.
19. Leitherer C., Zickgraf F.J., The detection of a circumstellar shell around P Cygni by direct CCD imaging. **Astron. Astrophys.**, 1987, v.174, pp.103-106.
20. Aller L.H., Atmospheres of the B Stars. II. The Supergiant 55 Cygni. **Astroph. J.**, 1956, v.123, pp.133-138.
21. Gies D.R. and Lambert D.L., Carbon, nitrogen, and oxygen abundances in early B-type stars. **Astroph. J.**, 1992, v.387, pp. 673-700.
22. McErlean N. D., Lennon D. J., Dufton P. L., Galactic B-supergiants: A non-LTE model atmosphere analysis to estimate atmospheric parameters and chemical compositions, **Astron. Astrophys.**, 1999, v.349, pp. 553-572.
23. Crowther P. A., Lennon D. J., Walborn N. R., Physical parameters and wind properties of galactic early B supergiants. **Astron. Astrophys.** 2006, v.446, pp.279-293.
24. Searle S. C., Prinja R. K., Massa D., Ryans R., Quantitative studies of the optical and UV spectra of Galactic early B supergiants. I. Fundamental parameters. **Astron. Astrophys.** 2008, v.481, pp.777-797.
25. Мусаев Ф.А., Куде эшелле спектрометр. **Письма в Астрон. журн.** 1993. т.19, с.776-783.
26. Рзаев А.Х., Гасанов Н.О., Микаилов Х.М. и др., Эшелле спектрометр фокуса Кудэ 2-м телескопа ШАО АН Азербайджана, **Циркуляр ШАО**, 1999, № 95, с.3-7.
27. Галазутдинов Г.А., Система обработки звездных Эшелле-спектров 1. Обработка изображений 2. Обработка спектров, **Препринт САО РАН**, 1992, № 92, с.3-51.
28. Рзаев А.Х., Микаилов Х.М., Шукюров М.Э. и др., Некоторые особенности исследования нестационарности атмосфер сверхгигантов. **Циркуляр ШАО**, 1999, № 95, с.3-6.
29. Сахибуллин Н.А., Шиманский В.В. Атмосферы и спектры звезд с внешним рентгеновским облучением. Часть 3. Формирование линий. **Астр. ж.**, 1997, т. 74, с. 432-439.
30. Lennon D. J., Dufton P. L., Fitzsimmons A. Galactic B-supergiants. I - an atlas of O9-B9 supergiant spectra from 3950 Å to 4950 Å. **Astron. Astrophys. Supl. Ser.**, 1992, v.94, pp.569-586.
31. Castelli F., Kurucz R.L., Modelling of Stellar Atmospheres, **IAU Symp**, 2004, No.210, A20
32. Rzaev A.Kh., Methodical peculiarities of study of pulsation-type motions in stellar atmospheres, **Astrophysical Bulletin**, 2011, v. 66, No. 1, pp. 54–63.
33. Rzaev A. Kh., Hasanova L. T., Yushkin M. V. and Mikailov Kh. M. Nonstationarity of the atmosphere of *a* Cyg: II. Variability of the ion and H β line profiles., **Astrophysical Bulletin**, 2007, v. 62, No. 1, pp. 52-61.
34. Rzaev A.Kh., Analysis of the nonstationarity of the atmosphere of *a* Cyg. III. Variability of the H α -line profile. , **Astrophysical Bulletin**, 2008, v. 63, No. 1, pp. 54–63.

55 CYG ULDUZUNUN 1999-2000 CI İL SPEKTRİNDƏ XƏTLƏRİN PROFİLLƏRİNDƏKİ DƏYİŞKƏNLİK.

X.M. Mikayılov, İ.Ə. Ələkbərov, A.X. Rzayev

ŞAR AMEA 2 m teleskopunun kude-eşelle spektroqrafında 1999-2000-ci ildə alınmış CCD spektrlərinə görə 55 Cyg isti ifratnəhəngin spektrində xətlərin profillərinin dəyişkənliyi tədqiq olunmuşdur. Ağır elementlərin xətlərinin profillərinin və şüa sürətlərinin dəyişkənliyi radial pulsasiya tipli hərəkətlə, HeI xətlərinin bu dəyişkənliyi isə qeyri-radial pulsasiya ilə izah olunmuşdur. H β və H α xətləri üçün isə dəyişkənliyin xarakter və mənzərəsi müxtəlif müşahidə periodlarında fərqlidir. Bu xətlərin dəyişkənliyi əsasən absorbsiya və emissiya komponentlərinin fotometrik və mövqe dəyişkənliyi ilə bağlıdır. Bu xətlərin profillərində göy qanaddan qırmızı qanada doğru hərəkət edən əlavə emissiya komponentləri də müşahidə olunur ki, bu da ulduz örtüyünün topaşəkilli quruluşu malik olduğunu təsdiqləyir.

Aparıcı sözlər: ifratnəhəng, ulduz-55 Cyg, pulsasiya

VARIABILITY OF THE LINES PROFILES IN THE SPECTRUM OF THE 55 CYG FOR THE PERIOD 1999-2000.

Kh. M. Mikailov, I. A. Alekberov , A. Kh. Rzaev

We use CCD spectra obtained in 1999-2000 with the coude-echelle-spectrograph of the 2m telescope of the National Academy of Sciences of Azerbaijan to study temporal lines profiles variations in the spectrum of the hot supergiant 55Cyg. The variability of the radial velocity and lines profiles of the heavy elements are caused by pulsation-type motions. Such variability for HeI lines are caused by nonradial pulsations. In cases of the H-beta and H_alpha lines the patterns and character of the variability differ for the different periods of observations. Generally the variability of these lines is caused by photometric and positional variation of their absorption and emission components. Additional emission components are observed on profiles of these lines which move across the profiles from the blue to the red wing, that testifies to clumpy structure of the stellar envelope.

Keywords: supergiant, star-55 Cyg, pulsations

HD14662 (F7 Ib) ULDUZUNUN FUNDAMENTAL PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

© 2012 il Z. A. Səmədov^{1,2}, Ə. M. Xəlilov¹, Ə. R. Həsənova¹, F. G. Həsənova²

¹ *Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Nəsirəddin Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası*

² *Bakı Dövlət Universiteti*

(e-mail: ferqane_gencevi@rambler.ru, xalilov1955@rambler.ru)

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2-m teleskopunun Kude fokusunda $8 \text{ \AA/mm}$ dispersiya və $0.3 \text{ \AA}$ spektral ayırdetmə ilə alınmış HD14662 ulduzunun spektrləri tədqiq edilmişdir. Ulduzu xarakterizə edən bəzi spektral və fotometrik parametrlərin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi, həmçinin, parallaksın tətbiqi əsasında HD14662 ulduzunun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili təyin edilmişdir: $T_{\text{eff}}=5980 \pm 200 \text{ K}$, $\lg g=1.44 \pm 0.2$. Alınmış nəticələrin təkamül nəzəriyyəsinə əsasən aparılmış hesablamalarla müqayisəsindən ulduzun kütləsi, radiusu və işıqlığı hesablanmışdır: $M/M_{\odot}=10$, $R/R_{\odot}=100$, $L/L_{\odot}=104$.

Aparıcı sözlər: ulduzlar, ifrat nəhəng, fundamental parametrlər

GİRİŞ

Sarı ifratnəhənglər bizim Qalaktikanın, eləcə də digər qalakikaların ən parlaq ulduzlarındandır. Bu ulduzlar cavandır və əsasən Qalaktika diskində yerləşirlər. İfratnəhəng ulduzlar parlaq olduğu üçün Günəşdən uzaq məsafələrdə kimyəvi elementlərin paylanması və ona qədər olan məsafəni göstərən indikatorlardır (mayaklardır). Qalaktikanın spiral quruluşunun, forma və ölçülərinin təyin edilməsində bu ulduzlardan geniş istifadə edilir. Ona görə də sarı ifratnəhəng ulduzların tipik nümayəndəsi olan HD14662 (F7 Ib) ulduzunun tədqiq olunması təkamül nöqtəyindən nəzərindən mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə ilkin olaraq HD14662 ifratnəhəng ulduzunun ŞAR-ın 2-m teleskopunun Kude fokusunda alınmış spektrlərinə əsasən fundamental və təkamül parametrləri təyin edilmişdir.

HD14662=HR690=V440 Per ulduzunun spektral sinfi F7 Ib, görünən ulduz ölçüsü $m_v=6^m.25$, mütləq ulduz ölçüsü isə $M_v=-4^m.83$ -dir [1]. Ulduzun qalaktik enliyi $b=-5^{\circ}.2$, qalaktik uzunluğu $l=135^{\circ}.9$ [2] və ulduz Qalaktika müstəvisindən $z=-80 \text{ ps}$ məsafədə yerləşir. Bu vizual – qoşa ulduz olub ayırdetmə bucağı $10''$, ikinci komponentin ulduz ölçüsü isə $m_v=8^m.1$ -dir [3]. Ulduz ilk dəfə olaraq Maunt-Vilson rəsədxanasında Walter və b. tərəfindən [4] 60 düymlik prizmalı refraktorla və 100 düymü

reflektorla tədqiq olunmuşdur. Onlar Fe, Cr və başqa xətlərə əsasən ulduzun şüa sürətini təyin ediblər: $V_r=-26.5 \pm 1.35 \text{ km/s}$. Argue [5] fotoelektrik müşahidələrə əsasən ulduzun $V=6^m.27$, $B-V=0^m.85$ və $U-B=0^m.64$ parametrlərini təyin edib. Ferro [6] tərəfindən ulduzun digər parametrləri təyin edilib: $E(B-V)=0.216$, mütləq ulduz ölçüsü $M_v=-4^m.7$, işıqlılığı $\log(L/L_{\odot})=3.52 \pm 0.35$, ulduza qədər məsafə $d(p_s)=858 \pm 325$. Ferro və Mendoza [7] bu ulduzun fotometrik parametrləri üçün $V=6^m.294$, $(b-y)=0.566$, $m_1=0.193$, $c_1=0.884$, həmçinin, H_{β} xəttinin ekvivalent eni üçün $W(H_{\beta})=2.645 \text{ \AA}$, $[Fe/H]=-0.03$ və $\log g=1.20$ qiymətlərini almışdır.

Henrikson [8] ilk dəfə olaraq bu ulduzun sefeid olduğunu aşkara çıxarmış, parlaqlığın dəyişmə periodunu $P=7^d.572$ və dəyişmənin amplitudunu $\Delta V=0^m.123$ təyin etmişdir. Burki və Benz [9] tədqiqat işlərində ulduzun bəzi parametrləri üçün $v_{\text{sin}} < 11.0 \text{ km/s}$, ulduza qədər məsafə $d=790 \pm 210 \text{ ps}$ qiymətlərini almışdır. Luck və b. [10] işlərində $T_{\text{eff}}=(5962 \div 6157) \text{ K}$, $\log g=(2.20 \div 1.90) \text{ sm/s}^2$, mikroturbulent hərəkət sürəti $V_t=(4.4 \div 5.3) \text{ km/s}$ və kimyəvi tərkibi təyin olunmuşdur. Bizim əvvəlki işlərimizdə [11], HD14662 ifratnəhəng ulduzunun Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2-m teleskopunun Kude fokusunda alınmış spektrlərinə əsasən hidrogenin H_{β} , H_{γ} və H_{δ} xətləri tədqiq edilərək

onların ekvivalent eni və bu xətlərə əsasən şüa sürəti təyin edilmişdir.

MÜŞAHİDƏ MATERIALLARI VƏ ONLARIN İŞLƏNMƏSİ

Müşahidə materialları 1989-1990-cı illərdə Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında, 2-m teleskopun Kude fokusunda $8\text{\AA}/\text{mm}$ dispersiya ilə alınmış və $\lambda\lambda 3700\text{--}5000\text{\AA}$ spektral oblastını əhatə edir. Spektrlər 103a-O fotolövhəsi vasitəsilə alınmış və Almanyanın Karl Ceyss firması tərəfindən düzəldilmiş “Lirefo” mikrofotometrində qaralmada 40 dəfə böyütməklə yazılmışdır. Reqistroqramada əsasən hidrogenin Balmer seriyasının xətləri H_β , H_γ və H_δ tədqiq olunmuşdur. Bu xətlərin ekvivalent eni W_λ , mərkəzi dərinliyi R_λ və yarımənisi $\Delta\lambda_{1/2}$ ölçülmüşdür. Ekvivalent enin ölçülməsindəki xəta 7% dən çox deyildir. Xəttin mərkəzi dərinliyi $\Delta R_0 = \pm 0.01$ dəqiqliyi ilə ölçülmüşdür. Xəttin ekvivalent eni, mərkəzi dərinliyi və yarıməninin qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir.

EFFEKTİV TEMPERATUR VƏ AĞIRLIQ QÜVVƏSİ TƏCİLİNİN TƏYİNİ

HD14662 ulduzunun effektiv temperaturu (T_{eff}) və səthində ağırlıq qüvvəsi təcilinin ($\lg g$) təyin olunması ulduzun bir sıra spektral və fotometrik kəmiyyətlərinin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsinə əsaslanır. İşdə, həmçinin, parallaksın tətbiq olunması üsulundan da istifadə olunur. Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təcili aşağıdakı kriteriyalardan istifadə edilərək təyin olunmuşdur:

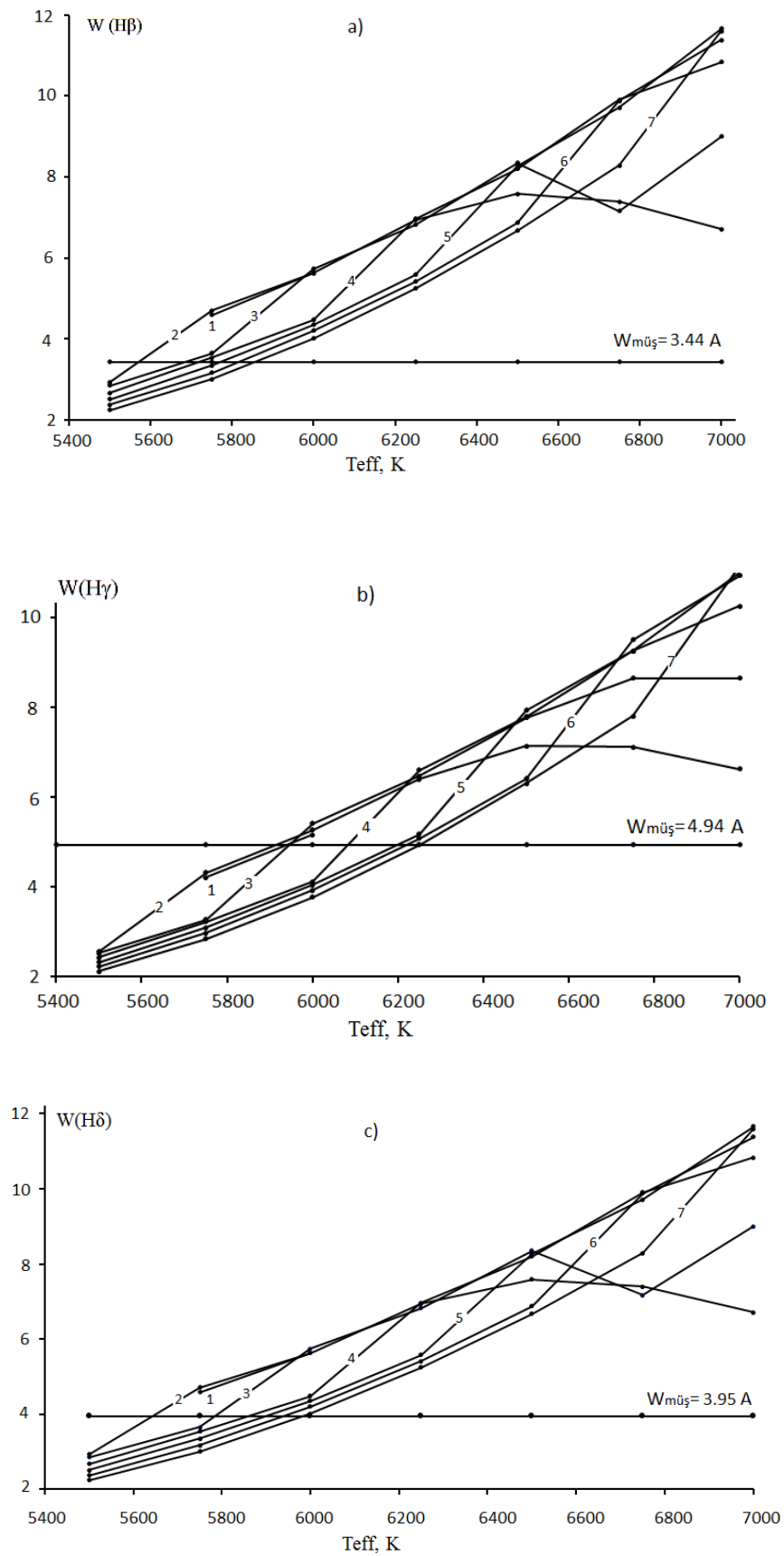
1. **Hidrogenin Balmer seriyası xətlərinin (H_β , H_γ , H_δ) profilləri və ekvivalent enliklərinin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.** Bu məqsədlə hidrogenin balmer seriyası xətlərinin nəzəri profilləri və ekvivalent enlikləri Kuruç modellərindən [12] götürülür. Parametrləri $T_{\text{eff}} = (5500 \div 7000) \text{ K}$ və $\lg g = (0.5 \div 3.0)$ diapazonunda olan modellərdən istifadə olunur. Baxılan diapazonda effektiv temperatura qiymətlər verərək $\lg g = 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0$ qiymətlərində H_β , H_γ və H_δ xətlərinin nəzəri hesablanmış ekvivalent enliklərinin T_{eff} -dən asılılıq qrafikləri qurulur (Şəkil 1, a, b, c).

Ekvivalent en - effektiv temperatur koordinat sistemində $W(H_\beta, \gamma, \delta) - T_{\text{eff}}$ H_β , H_γ və H_δ xətlərinin ekvivalent enliklərinin müşahidədən ölçülən qiymətləri qeyd olunur. Şəkil 1-də bunlar üfüqi xətlərlə göstərilmişdir. Modellərdən hesablanmış ekvivalent enliklərin effektiv temperaturdan asılılıq qrafikləri ilə müşahidədən tapılan ekvivalent enliklərin qiymətlərini göstərən üfüqi xətlərlə kəsişmə nöqtələri ($\lg g$, T_{eff}) cütlərini təyin edir. Bu cütlər $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramında qeyd olunur (Şəkil 5).

2. **$[c_1]$ indeksinin müşahidədən ölçülən və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.** Dörd rəngli, dar zolaqlı uvby fotometrik sistemində $[c_1]$ indeksi $[c_1] = c_1 - 0.2(b - y)$ düsturu ilə təyin edilir. Bu kəmiyyət ulduzlararası fəzada udulmanın təsirindən azaddır. Ona görə də model üsulu ilə ulduzun fundamental parametrlərini təyin etdikdə bu kəmiyyətdən istifadə olunması məqsədə uyğundur.

Cədvəl 1. HD14662 ifratnəhəng ulduzu spektrində H_β , H_γ və H_δ xətlərinin bəzi parametrləri.

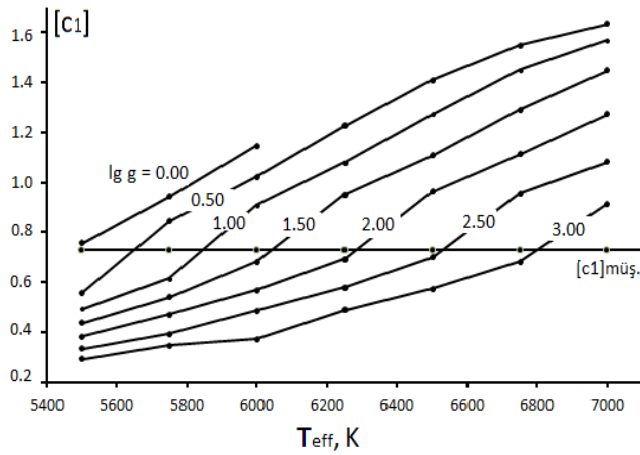
Tarix	W (Å)				R				$\Delta\lambda_{1/2}$ (Å)		
	H_β	H_γ	H_δ		H_β	H_γ	H_δ		H_β	H_γ	H_δ
9/10.09.1989	3.21	4.14	3.08		0.73	0.84	0.77		2.69	3.13	2.36
17/18.09.1989	3.46	4.98	3.37		0.75	0.84	0.74		2.54	4.89	2.93
4/5.09.1990	3.44	4.94	3.95		0.71	0.88	0.76		3.15	4.40	3.32



Şəkil 1. $W(H_{\beta, \gamma, \delta}) - T_{\text{eff}}$ diaqramı (1- $\lg g = 0.00$, 2- 0.50, 3- 1.00, 4- 1.50, 5- 2.00, 6- 2.50, 7- 3.00).

Müşahidədən bu kəmiyyət üçün $b-y=0.565$, $c_1=0.842$ və $[c_1]=0.729$ qiyməti alınmışdır Hauck [13]. $[c_1]$ indeksinin nəzəri qiymətləri Kuruçun modelləri əsasında [12] hesablanmışdır.

Baxılan modellər diapazonunda nəzəri hesablanmış $[c_1]$ kəmiyyətinin qiymətlərinin effektiv temperaturdan asılılıq qrafikləri qurulur. Qrafikdə müşahidədən təyin olunan $[c_1]$ -in qiymətini göstərən düz xətt çəkilir və nəzəri hesablanmış qiymətlərin effektiv temperaturdan asılılıq qrafiklərinin bu düz xətlə kəsişmə nöqtələri yeni $(\lg g, T_{\text{eff}})$ cütlərini təyin edir (Şəkil 2). Bu cütlər $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramında qeyd olunur (Şəkil 5).



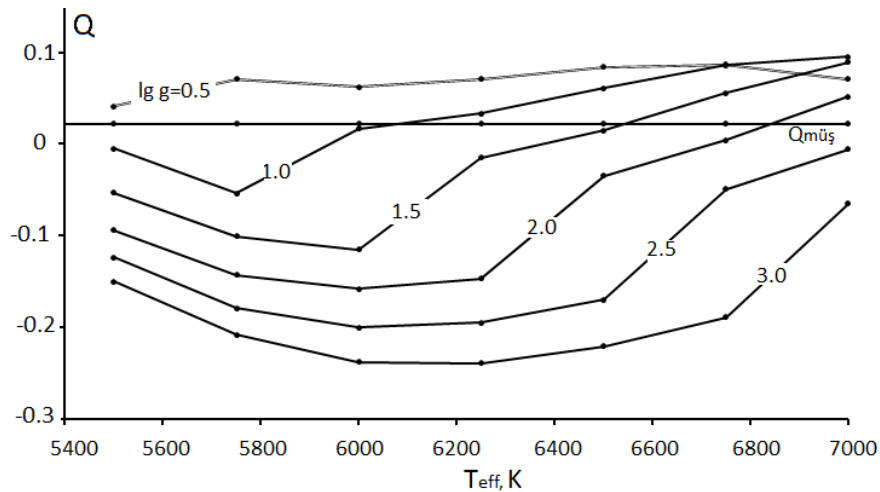
Şəkil 2. $[c_1] - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

3. Q indeksinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi. Q indeksi UBV fotometrik sistemində təyin olunur: $Q=(U-B)-0.72(B-V)$. Q kəmiyyəti də $[c_1]$ kimi ulduzlararası fəzada udulmanın təsirindən azad olduğu üçün çox əhəmiyyətlidir. Müşahidədən bu kəmiyyət üçün $B-V=0^m.90$, $U-B=0^m.67$ və $Q=0.022$ qiyməti alınmışdır [14]. Q indeksinin nəzəri qiymətləri Kuruçun modelləri əsasında [12] hesablanmışdır. Yuxarıda qeyd olunan əməliyyatlar bu kəmiyyət üçün də aparılır. Baxılan modellər üçün hesablanmış Q kəmiyyətinin effektiv temperaturdan asılılıq qrafikləri qurulur. Qrafikdə müşahidədən təyin olunan Q kəmiyyətinin qiymətini göstərən düz xətt çəkilir. Q kəmiyyətinin nəzəri qiymətlərinin effektiv temperaturdan asılılıq qrafiklərinin bu düz xətlə kəsişmə nöqtələri yeni $(\lg g, T_{\text{eff}})$ cütlərini təyin edir (Şəkil 3). Bu cütlər $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramında qeyd olunur (Şəkil 5).

Parallaksın tətbiqi üsülü. Bu üsul ulduz atmosferi modelləri ilə bağlı olmayan və ulduzların fundamental parametrlərinin $(\lg g, T_{\text{eff}})$ təyində yeni hesab olunan üsuldur. Əvvəllər tətbiq olunan standart üsullardan fərqli olaraq bu üsul $\lg g$ -nin təyin olunmasında dəqiqliyi artırmağa imkan verir.

Aşağıdakı məlum ifadələrdən istifadə edilir:

$$\lg d = -5.25 + 0.5 \lg M/M_{\odot} + 2 \lg T_{\text{eff}} + 0.5 \lg g + 0.2 m_v - 0.2 A_v + 0.2 BC \quad (1)$$



Şəkil 3. $Q - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

Burada d – ulduza qədər məsafə (p), $M/M_{\odot}$ – ulduzun kütləsinin Günəş kütləsi ilə ifadəsi, m_v – görünən ulduz ölçüsü, A_v – ulduzlararası fəzada

udulma, BC – bolometrik düzəlişdir. $d=1/\pi''$ olduğunu nəzərə alaraq bu ifadəni aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\lg g - \lg M/M_{\odot} - 0.4BC - 4\lg T_{\text{eff}} = -10.50 + 2\lg \pi'' + 0.4m_v - 0.4A_v \quad (2)$$

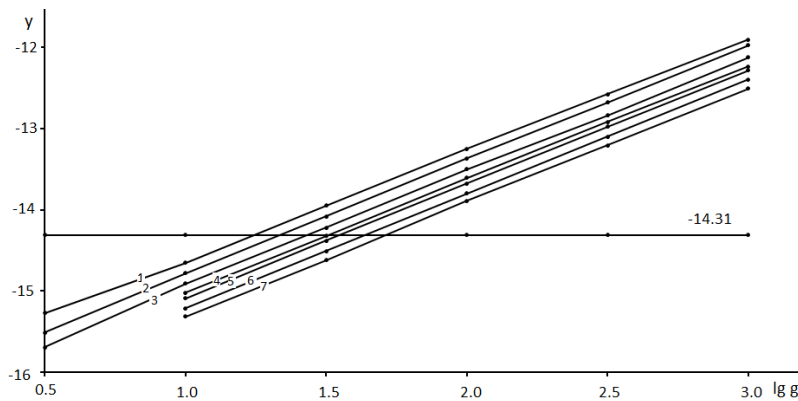
Bərabərliyin sağ tərəfinə daxil olan kəmiyyətlər müşahidədən məlumdur: $\pi''=0.00107$ [15], $m_v=6^m.34$, $A_v=1.024$. Bu verilənlərdən istifadə etsək, (2) ifadəsinin sağ tərəfi üçün $C=-14.31$ qiymətini alırıq. (2) ifadəsinin sol tərəfi dəyişən kəmiyyətdir, bura T_{eff} , $\lg g$ və bu kəmiyyətlərlə bağlı $M/M_{\odot}$ və BC kəmiyyətləri daxildir. (2) tənliyini həll etmək üçün $M/M_{\odot}$ qiymətini bilməliyik. Bu qiymət nəzəri təkamül əyrilərinin köməyi ilə tapılır ([16], Şəkil 5). Məlumdur ki, hər bir təkamül əyrisinə müəyyən $M/M_{\odot}$ kəmiyyəti uyğundur. Kuruç modellərindən uyğun BC -ləri götürərək bərabərliyin sol tərəfinin (y -in) müxtəlif T_{eff} -lər üçün $\lg g$ -dən asılılıq qrafikləri qurulur (Şəkil 4) və kəsişmə nöqtələrinə uyğun ($\lg g$, T_{eff}) cütləri təyin edilir. Bu cütlər $\lg g$ – T_{eff} diaqramında qeyd olunur (Şəkil 5).

Yuxarıda qeyd olunan üsullarla təyin olunmuş $\lg g$ - T_{eff} cütləri əsasında $\lg g$ – T_{eff} müstəvisində onların müxtəlif kombinasiyalarına uyğun qrafiklər qurulur (Şəkil 5). Qrafikdə hər bir əyri $\lg g$ – T_{eff} diaqramında müqayisə olunan fiziki kəmiyyətlərin müşahidə və nəzəri qiymətlərinin

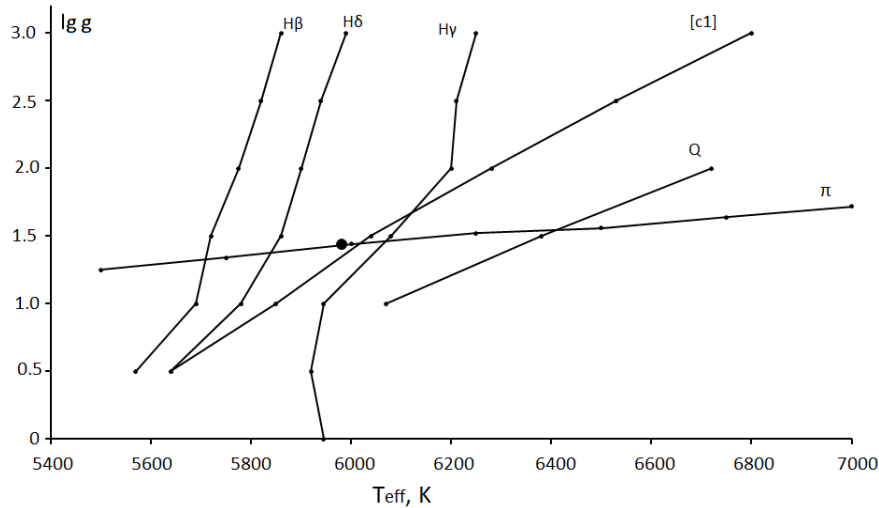
üst – üstə düşdüyü nöqtələrin həndəsi yeridir. Qeyd edək ki, T_{eff} ($T_{\text{eff}}=5500$ K, 5750 K, 6000 K, 6250 K, 6500 K, 6750 K, 7000 K) və $\lg g$ -ə ($\lg g=0.5 \div 3$) verilən qiymətlər diapazonu ulduzun spektral və işıqlıq siniflərinə uyğun gələn qiymətlərdir.

Ulduzların effektiv temperaturlarının və ağırlıq qüvvəsi təcilinin təyində parallaksın tətbiqi üsulu Lyubimkov [17]–də geniş şərh olunur.

Q , $[c_1]$, $W(H_{\beta})$, $W(H_{\gamma})$, $W(H_{\delta})$ kəmiyyətlərinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi və parallaksın tətbiqinə əsasən qurulan T_{eff} - $\lg g$ diaqramında qeyd olunan qrafiklər kəsişir. T_{eff} - $\lg g$ diaqramında kəsişmə nöqtələrinin həndəsi mərkəzinə əsasən ulduzun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili təyin edilir: $T_{\text{eff}}=5980$ K, $\lg g=1.44$.

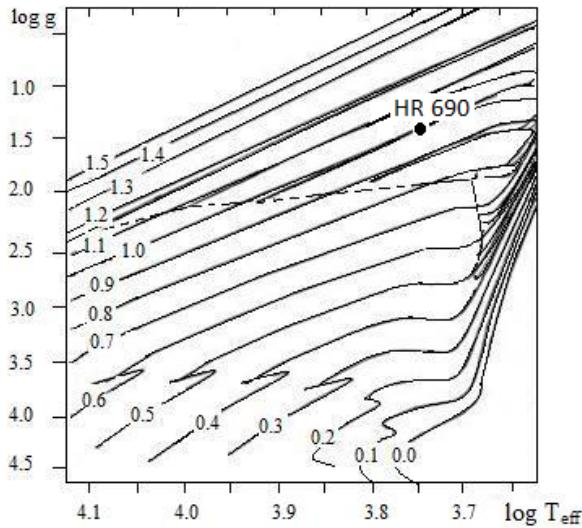


Şəkil 4. $y - \lg g$ diaqramı (1- 5500K, 2- 5750K, 3- 6000K, 4- 6250K, 5- 6500K, 6- 6750K, 7- 7000K).

Şəkil 5. $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

TƏKAMÜL PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

T_{eff} və $\lg g$ üçün təyin olunmuş qiymətlərə əsasən təkamül əyrilərinin köməyi ilə ulduzun kütləsi təyin olunur: $M/M_{\odot}=10$ (Şəkil 6).

Şəkil 6. $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

Ulduzun kütləsi məlum olarsa, onun radius və işıqlığını aşağıdakı məlum ifadələrdən təyin etmək olar:

$$\lg R/R_{\odot} = 2.22 + 0.5 \lg M/M_{\odot} - 0.5 \lg g,$$

$$\lg L/L_{\odot} = -15.045 + 2 \lg R/R_{\odot} + 4 \lg T_{\text{eff}}.$$

Ulduzun effektiv temperaturu $T_{\text{eff}}=5980$ K, səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili $\lg g=1.44$ və kütləsi üçün $M/M_{\odot}=10$ alınmış qiymətlərinə əsasən ulduzun radiusu və işıqlılığı üçün aşağıdakı qiymətlər tapılmışdır: $R/R_{\odot}=100$, $L/L_{\odot}=104$.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Ulduzu xarakterizə edən bəzi fotometrik və spektral parametrlərin müşahidədən tapılmış və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi və həmçinin, parallaksın tətbiqi əsasında HD14662 ulduzunun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili təyin edilmişdir: $T_{\text{eff}}=5980$ K, $\lg g=1.44$.
2. T_{eff} və $\lg g$ üçün alınmış qiymətlərə və təkamül hesablamalarına əsasən HD14662 ulduzunun kütləsi, radiusu və işıqlığı hesablanmışdır: $M/M_{\odot}=10$, $R/R_{\odot}=100$, $L/L_{\odot}=104$.

Alınmış nəticələrdən gələcəkdə ulduzun kimyəvi tərkibinin öyrənilməsində və nəzəri modelinin qurulmasında istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Baker, Peter W., Photoelectric Equivalent Widths of the OI λ 7774 Line and $M_{\{v\}}$'s of Selected F Supergiants, **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, 1974, v.86, p.33-37.
2. Luck R.E., Bond H.E., Supergiants and the Galactic metallicity gradient. II - Spectroscopic abundances for

- 64 distant F- to M-type supergiants, **Astrophysical Journal Supplement Series**, 1989, v.71, p.559-581.
3. van Biesbroeck G., Micrometric measures of double stars, **Astrophys. J. Suppl.**, 1974, v.28, p.413-448.
 4. Walter S.A., Alfred H.J., The radial velocities of 1013 stars, **Astrophysical Journal**, 1923, v.57, p.149-176.
 5. Argue A.N., UBV photometry of 550 F, G and K type stars, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, 1966, v.133, p.475-493 ([MNRAS Homepage](#)).
 6. Ferro A.A., Physical parameters and pulsational mode of short-period small-amplitude Cepheids, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, 1984, v.209, p.481-502.
 7. Ferro A.A., Mendoza E.E., Calibrations of M_v , (Fe/H), and log G for yellow supergiant stars from OI 7774 and uvby-beta data, **The Astronomical Journal**, 1993, v.106, p.2516-2523.
 8. Henriksson G., Low amplitude variable stars, **Astron. Astrophys.**, 1977, v.54, p.309-310.
 9. Burki G. and Benz W., The very small amplitude Cepheids HD 9250 and HD14662, **Astron. and Astrophys.**, 1982, v.115, p.30-38.
 10. Luck R.E., Andrievsky S.M., Fokin A., and Kovtyukh V.V., Phase-dependent variation of the fundamental parameters of Cepheids. IV. s-Cepheids, **The Astronomical Journal**, 2008, v.136, p.98-110.
 11. Халилов А.М., Гасанова А.Р., Самедов З.А., Исследование водородных линий в спектре сверхгиганта HD14662 (F7 Ib), **Астрономический Журнал Азербайджана**, 2011, т.6, № 1, сс.17-20.
 12. Kurucz L. S. **CD- ROM**, 2004, № 13.
 13. Hauck B.; Mermilliod M.. uvby β photoelectric photometric catalogue, **Astronomy and Astrophysics Supplement**, 1998, v.129, p.431-433.
 14. Nicolet B. Photoelectric photometric catalogue of homogeneous measurements in the UBV system, **Astronomy and Astrophysics**, 1978, v.374, p.664-690.
 15. Leeuwen V.F., Validation of the new Hipparcos reduction, **Astronomy and Astrophysics**, 2007, v.474, p.653-664.
 16. Claret A, New grids of stellar models including tidal-evolution constants up to carbon burning. I. From 0.8 to 125 M_{sun} at $Z=0.02$., **Astronomy and Astrophysics**, 2004, v.424, p.919-925.
 17. Любимков А. С.; Рачковская Т. М.; Поклад Д. Б.. Определение фундаментальных параметров сверхгигантов классов F и G , **Астрофизика**, 2009, т.52, с.237– 256.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕЗДЫ HD14662 (F7 Ib)

З.А.Самедов, А.М.Халилов, А.Р.Гасанова, Ф.Г.Гасанова

На основе спектров, полученных в фокусе куле 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории с разрешением $0.3\text{ \AA}$ и дисперсией $8\text{ \AA/mm}$, был исследован спектр звезды HD14662. Используя сравнение наблюдательных и теоретических данных, некоторых спектральных и фотометрических параметров, характеризующих атмосферу звезды, а также применяя величину параллакса, определена эффективная температура и ускорение силы тяжести этой звезды: $T_{\text{eff}} = 5980 \pm 200\text{ K}$, $\lg g = 1.44 \pm 0.2$. При сопоставлении с эволюционными расчетами были определены масса, радиус и светимость: $M/M_{\odot} = 10$, $R/R_{\odot} = 100$, $L/L_{\odot} = 104$.

Ключевые слова: звёзды, сверхгиганты, фундаментальные параметры

DETERMINATION OF FUNDAMENTAL PARAMETERS OF THE STAR HD14662 (F7 Ib)

Z.A. Samedov, A.M.Khalilov, A.R.Hasanova, F.G.Hasanova

Spectrum of the star HD14662 has been investigated on the basis of Coude spectrograms obtained at 2 m telescope of the Shamakhy Astrophysical Observatory with dispersion of $8\text{ \AA/mm}$ and spectral resolution of $0.3\text{ \AA}$. Have been determined using comparison of the observational and theoretical given, some spectral and photometric parameters characterizing atmospheres of the star, and application of a method of a parallax as well effective temperature and surface gravity of this star: $T_{\text{eff}} = 5980 \pm 200\text{ K}$, $\lg g = 1.44 \pm 0.2$. Mass, radius and luminosity of the star were found using evolutionary calculations: $M/M_{\odot} = 10$, $R/R_{\odot} = 100$, $L/L_{\odot} = 104$.

Key words: stars, supergiants, fundamental parameters