

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI**

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

**2010
CİLD 5
№ 2**

**AZERBAIJANI ASTRONOMICAL
JOURNAL**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYA JURNALI

Cild 5 – № 2 – 2010

Azerbaijan National Academy of Sciences

Национальная Академия Наук Азербайджана

AZERBAIJANI
ASTRONOMICAL
JOURNAL

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
АЗЕРБАЙДЖАНА

Volume 5 – No 2 – 2010

Том 5 – № 2 – 2010

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
Sultanov H.F.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

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

© 2010 Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.

© 2010 AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.

Bütün hüquqlar qorunmuşdur.

Bakı – 2010

“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:

Джалilov Н.С. (Шамакhинская Астрофизическая Обсерватория)

Гусейнов Р.Э. (Бакинский Государственный Университет)

Исмаилов Н.З. (Шамакhинская Астрофизическая Обсерватория)

Гасимов Ф.К. (Институт физики НАНА)

Гулузаде Дж.М. (Бакинский Государственный Университет)

Султанов Г.Ф. (Шамакhинская Астрофизическая Обсерватория)

Технический редактор: Аскеров А.Б.

Адрес редакции:

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

Журнал издается в Шамакhинской 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, 2010 г.

© Шамакhинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАНА, 2010 г. Все права защищены.

Баку - 2010

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)

İsmayilov N.Z. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

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

Guluzade J.M. (Baku State University)

Sultanov H.F. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Technical Editor: Asgarov A.B.

Editorial Office address:

ANAS, 10, Istiglalyyat 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

© 2010, Azerbaijan National Academy of Sciences.

© 2010, Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi, ANAS. All rights reserved..

Baku -2010

MÜNDƏRİCAT

AB AUR ULDUZUNUN OPTİK SPEKTRİNİN TƏDQIQI N.Z.İsmayılov, O.V.Xəlilov	5
SEYFERT QALAKTİKASI NGC 3516-NİN OPTİK DƏYİŞKƏNLİYİNİN PARAMETRLƏRİ N.Ə. Hüseynov	13
QEYRİ XƏTTİ DİNAMİKİ SİSTEMLƏRDƏ İNVARİANT KƏMİYYƏTLƏRİN TƏKAMÜLLƏRİ H.T. Arazov, Y.B. Fərhanq	19
YÜKSƏK ENLİKDƏ YERLƏŞƏN 89 HER (F2 Ibe) ULDUZU SPEKTRİNDƏ H α XƏTTİ PROFİLİ VƏ ONUN PARAMETRLƏRİNİN UZUNPERİODLU DƏYİŞMƏSİ Ə.M.Xəlilov, Ə.R.Həsənova, P.N.Şustarev	23

CONTENTS

OPTICAL SPECTRUM RESEARCHES
OF THE AB AUR

N.Z. Ismayilov, O.V. Khalilov 5

PARAMETRS OF OPTICAL
VARIABILITY OF SEYFERT GALAXY
NGC 3516

N.A.Huseynov 13

EVOLUTION OF THE INVARIANT
VALUES IN THE NONLINEAR
DYNAMICAL SYSTEMS

H.T. Arazov, Y.B.Ferhang 19

LONGPERIODIC VARIATIONS OF
THE H α LINE PROFILE AND VALUES
OF ITS PARAMETERS IN THE
SPECTRUM OF HIGH-LATITUDE
SUPERGIANT 89 HER (F2 I_{be})A.M.Khalilov, A.R.Hasanova,
P.N.Shustarev 23

СОДЕРЖАНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО
СПЕКТРА AB AUR

Н.З. Исмаилов, О.В. Халилов 5

ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ
ПЕРЕМЕННОСТИ СЕЙФЕРТОВСКОЙ
ГАЛАКТИКИ NGC 3516

Н.А.Гусейнов 13

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ИНВАРИАНТНЫХ
ВЕЛИЧИН
В НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ
СИСТЕМАХ

Г.Т Аразов, Ю.Б. Фарханг 19

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЛИНИИ H α
И ЗНАЧЕНИЙ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ В
СПЕКТРЕ ВЫСОКОШИРОТНОГО
СВЕРХГИГАНТА 89 HER (F2 I_{be})А.М. Халилов, А.Р.Гасанова,
П.Н.Шустарев 23

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА AB Aur

© 2010 г. Н.З. Исмаилов^{1,2}, О.В. Халилов¹¹ Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана² Бакинский Государственный Университет

Приведены результаты спектральных исследований звезды типа Ae/Be Хербига AB Aur выполненные в ШАО НАН Азербайджана. Обнаружена переменность фиолетового крыла линий водорода H_α и H_β за счет дополнительного эмиссионного компонента. Характерное время от момента возникновения до полного исчезновения составляет около 3 *сут.* Предполагаемая причина возникновения этого неустойчивого эмиссионного компонента может быть протопланетное или протокометное тело в окколзвездном окружении.

Ключевые слова: молодые звёзды, эмиссионный спектр, AB Aur

ВВЕДЕНИЕ

По нынешним представлениям звезды типа Ae/Be Хербига имеют промежуточные массы и находятся на конечной стадии эволюции к Главной последовательности (ГП) [1]. Эти звезды имеют окколзвездные газо-пылевые оболочки или диски и считаются предшественниками звезд типа Веге, которые в этой стадии обладают остатками прежнего окколзвездного диска. Проблема геометрии окколзвездного диска у молодых звезд к настоящему моменту остается нерешенным. Исследование звезд типа Ae/Be Хербига могут пролить свет на проблемы эволюции окколзвездных дисков и механизм образования планетных систем.

В каталоги молодых звезд [1, 2, 3] звезда AB Aur включена как активная спектрально - переменная звезда типа Ae Хербига. Ранние спектральные наблюдения [1, 4, 5, 6] показали, что абсорбционный спектр звезды соответствует B9-A0, интенсивности и лучевые скорости эмиссионных компонент у водородных линий являются переменными. Линии H β имеют типичные профили типа P Cug, наблюдаются сильные, немного диффузные эмиссионные компоненты в линиях бальмеровской серии, иногда линии серии прослеживаются до H₁₀-H₁₂ и даже до H₁₅ [7].

Переменность структуры и интенсивности линии H α наблюдали Зайцева и Колотилов [8], Гаррисон и Андерсон [9] Катала и др. [10], Финкенцеллер и Янкович [11], Шевченко [12, 13]. В работах [9, 10] показано, что, кроме сильного эмиссионного компонента с красным смещением, у линии H α наблюдается слабый фиолетовый эмиссионный

компонент, имеющий смещение до -300 км/с.

В работах Прадере и др. [14], Катала и др. [10] была найдена переменность смещений крыльев линий MgII λ 2895 Å и K CaII с периодами $P_1 \approx 5^h$ и $P_2 \approx 32^h$, соответственно. Это объясняется неоднородностью расширяющейся оболочки звезды, которая выявляется вследствие звездной модуляции. Скорость вращения у AB Aur получена 80 ± 5 км/с по [14] и 75 км/с по [15]. Найденные периоды указывают на отсутствие симметрии в истечении вещества с поверхности звезды, что свидетельствует о дифференциальном вращении оболочки AB Aur, причем период P_2 , по-видимому, близок к периоду вращения самой звезды.

Лучевые скорости звезды, измеренные Бильсом [4], показали изменение V_r от -67 до +7 км/с. Измерения Финкенцеллера [16] и Финкенцеллера и Янковича [11] показали стабильные лучевые скорости около среднего значения +21 км/с.

Анализ Алиевой [18] показал, что профили линий водорода H α и H β имеют сложную клочкообразную структуру. Это свидетельствует о существовании неоднородной оболочки звезды. Скорости отдельных сгустков в оболочке AB Aur достигают от -24 до +80 км/с. Градиент скорости центрального смещения профилей водородных линий на уровне линии H β показывает линейную зависимость от глубины линии, а на уровне линии H α имеет более сложную форму. Скорость истечения вещества в оболочке звезды происходит с замедленным темпом, в направлении от поверхности звезды к периферии [18].

Несмотря на то, что внезапные “алголоподобные” понижения блеска у АВ Aur были отмечены в начале века (см. например, [17]), многочисленные фотоэлектрические наблюдения после 60-х годов [19-24] не показали каких-либо сильных изменений блеска звезды. Максимальное изменение блеска по указанным работам составляет не более $0^m.3$ в V-полосе.

По данным [25, 26] околозвездная оболочка АВ Aur состоит из двух компонент - вращающегося компактного диска и расширяющегося газа на расстояние более 1000 *а.е.* и окружающего центральную звезду. В работе [25] был обнаружен диск с радиусом 450 *а.е.* в линии молекулы ^{13}CO ($J=1-0$). Фукава и др.[27] показали, что около звезды имеется газовая оболочка, растянутая на расстояние 580 *а.е.*, и обнаружен центральный диск и ассоциирующие с ним два спиральных рукава, растянувшихся на 200-450 *а.е.* Позже было показано, что диск во внешних частях является неоднородным, что объясняется образованием первичных протопланетных тел [28]. Согласно [29, 30] звезда имеет возраст около $2 \cdot 10^6$ лет, и по теории образования планет, к этому времени должны формироваться протопланеты.

В настоящей работе приведена первая часть результатов исследования звезды АВ Aur на основе новых спектральных наблюдений полученных в оптическом диапазоне.

НАБЛЮДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Спектры звезды были получены в кассегреновском фокусе 2 м телескопа ШАО НАН с применением эшелле -спектрометра и ПЗС -матрицы с размерами 530x580 пикселей [31]. Спектральный диапазон охватывает $\lambda\lambda$ 4400-6800 $\text{\AA}$. Спектральное разрешение составляло $R=14000$, отношение сигнала к шуму 80-100. Для выполнения наблюдений и редукции применялся пакет программ DECH20T, разработанный Галазутдиновым [32]. Всего за 2008-2009 гг было получено 10 пар спектрограмм звезды. Средняя экспозиция составила 25 минут.

Для построения кривых дисперсий был использован спектр дневного света. Для ежедневного контроля над смещением нуля - пункта в спектрометре в начале и в конце каждой экспозиции были получены спектры

стандартных звезд. После первичной стандартной обработки *.fts изображений файлы приводятся в *.100 формате, 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 $\text{HeI } \lambda 5876 \text{\AA}$, $\text{NaI D}_1, \text{D}_2$. Средняя ошибка определения эквивалентных ширин составила 4%, а в позиционных измерениях около $\pm 2 \text{ км/сек}$.

Как известно, у АВ Aur линии водорода серии Бальмера в видимой области спектра имеют структуру типа Р Cug. Красный эмиссионный компонент со смещением центра в красную часть спектра стабильно находится в эмиссии. Эквивалентная ширина его, доходит до 28 $\text{\AA}$. Фиолетовый компонент у H_α является переменным, переходит из абсорбции в эмиссию до полного исчезновения абсорбции. У линии H_β фиолетовый компонент в основном находится в абсорбции, но и здесь иногда синхронно с H_α в относительно слабом виде возникает эмиссионный пик.

В Табл.1. приведены результаты измерений спектральных параметров линии H_α за 2008-2009 гг. Цифрами обозначены: 1- данные фиолетового, 2 -центральной абсорбции и 3-красного эмиссионных компонентов линии H_α . Так как структура фиолетового крыла показывает переменность, мы обозначаем номер соответствующего компонента символом «а» в случае абсорбции, и символом «е» в случае эмиссии.

В Табл.2 приведены аналогичные результаты измерений для абсорбционного и эмиссионного компонентов линии H_β . Здесь фиолетовый компонент практически всегда находится в абсорбции, поэтому здесь приводятся результаты измерений только для двух деталей: 1 фиолетового абсорбционного, 2 красного эмиссионного компонентов, соответственно.

Как видно из этих двух таблиц, средние значения эквивалентных ширин линий меняются как в отдельные ночи, так и в течение отдельных ночей.

Табл.1. Результаты измерений параметров линии H_{α} у AB Aur в 2008-2009 гг.

JD H_{α}	V_r (km/s)			$\lambda_{1/2}$ (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2454695.467	-212.6e	-101.9a	54.44e	2.627	1.031	3.629	0.523	0.255	24.741
2454696.476	-275.9a	-154.3e	43.91e	1.946	1.428	3.648	0.694	0.492	26.322
2454698.469	-255.7a	-135e	46.79e	3.475	-	3.786	2.403	-	28.887
2454703.535	-200.8a	-	45.69e	3.505	-	3.874	0.741	-	26.414
2454795.336	-291.2e	-179.2a	34.68e	1.643	1.871	3.946	0.269	0.394	15.909
2454803.263	-243.6a	-103.4e	44.33e	3.046	0.711	4.176	0.734	0.163	12.768
2455109.452	-	-192.4e	68.29e	-	2.345	3.718	-	2.489	22.119
2455120.414	-	-164.3e	67.88e	-	2.107	3.949	-	2.905	16.263
2455122.371	-	-143.3e	84.32e	-	3.278	3.951	-	2.542	20.721
2455130.292	-269.59a	-134.4e	80.86e	1.88	-	3.718	0.341	0.179	23.96

Табл.2 Результаты измерений для линии H_{β} у AB Aur в 2008-2009 гг.

JD H_{β}	V_r (km/s)		$\lambda_{1/2}$ (Å)		W (Å)	
	1	2	1	2	1	2
2454695.467	-107.65a	60.82e	2.567	2.723	1.643	2.412
2454696.476	-97.64a	35.92e	4.417	3.061	1.805	1.972
2454698.469	-198.23a	36.01e	4.214	3.124	2.651	2.674
2454703.535	-192.51a	31.82e	3.294	3.278	1.434	2.903
2454795.336	-154.6a	27.55e	2.167	3.417	1.209	3.578
2454803.263	-243.36a	58.17e	1.808	2.699	1.269	3.529
2455109.452	-108.4a	74.22e	1.971	2.704	0.919	2.101
2455120.414	-93.56a	85.27e	1.807	2.159	0.961	0.961
2455122.371	-116.8a	73.82e	2.167	2.523	2.077	2.194
2455130.292	-157.9a	59.16e	3.797	2.521	2.635	2.518

Табл.3. Параметры спектральной линии NaD_1 у AB Aur в 2008-2009 гг.

JD NaD_1	V_r (km/s)			$\lambda_{1/2}$ (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2454695.467	-8.61	26.28	57.01	1.296	0.288	1.177	0.093	0.003	0.06
2454696.476	-24.95	20.84	55.52	1.148	0.328	0.886	0.068	0.003	0.02
2454698.469	-10.54	22.93	52.43	1.083	0.348	0.463	0.106	0.018	0.2
2454703.535	-12.57	30.73	58.26	1.587	0.444	0.386	0.096	0.011	0.01
2454795.336	-51.73	-8.41	52.57	0.97	0.438	0.813	0.076	0.006	0.04
2454803.263	-46.21	-10.75	48.01	0.669	0.422	1.018	0.087	0.001	0.12
2455109.452	-8.80	23.95	53.07	0.449	0.545	0.417	0.015	0.017	0.01
2455120.414	-14.08	12.37	44.05	0.286	0.514	0.657	0.012	0.014	0.03
2455122.371	-16.89	8.79	35.38	0.211	0.332	0.422	0.001	0.007	0.02
2455130.292	-15.75	14.64	37.63	0.745	0.543	0.723	0.054	-	0.04

Аналогичные результаты измерений нами приведены в Табл.3-5 для линий дублета натрия D_1 , D_2 и HeI $\lambda 5876$ Å, соответственно.

На Рис.1 приведены профили линий водорода H_{α} для разных ночей наблюдений за 2008-2009 гг. Как видно, основная переменность наблюдается на фиолетовом крыле линий. Слабая эмиссия на этом крыле

хорошо заметна; она показывает смещение, достигающее до -300 км/сек. На левой панели Рис.1 нам удалось проследить характер изменения фиолетового крыла и переменного пика на этом крыле. Так, в ночь с 16 на 17 августа 2008 г. на фиолетовом крыле наблюдается очень широкий и сильно смещенный в коротковолновую часть спектра эмиссионный пик; а на следующей

спектрограмме, полученной через день, эмиссионный пик стал более интенсивным, но уже с относительно меньшим смещением в фиолетовую часть спектра. А на следующей спектрограмме, полученной уже 19 августа 2008 г., мы наблюдаем лишь «остатки» этого пика, в почти сливающимся состоянии с основным красным компонентом линии. Таким образом, эта картина свидетельствует о

том, что нам удалось проследить поведение фиолетового эмиссионного компонента от начала до конца, которое появилось и исчезло по крайней мере за 3 суток.

На Рис.2 мы наблюдаем аналогичную картину – синхронное изменение с линией H_{α} структуры фиолетового компонента линии H_{β} .

Табл.4. Параметры спектральной линии NaD_2 у AB Aur в 2008-2009гг.

JD NaD_2	V_r (km/s)			$\lambda_{1/2}$ (Å)			W (Å)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2454695.467	-14.1	24.27	60.76	0.987	0.34	1.02	0.111	0.014	0.09
2454696.476	-19.4	20.54	59.04	0.974	0.318	0.992	0.103	0.006	0.07
2454698.469	-11.2	23.56	54.33	1.169	0.506	1.011	0.125	0.021	0.08
2454703.535	-8.6	29.62	62.96	1.258	0.392	0.797	0.117	0.024	0.05
2454795.336	-50.0	-12.64	20.32	0.915	0.599	0.693	0.079	0.001	0.05
2454803.263	-46.0	-16.42	15.27	0.612	0.592	0.661	0.067	-	0.1
2455109.452	-10.56	22.52	56.46	0.618	0.404	0.712	0.029	0.013	0.05
2455120.414	-16.69	9.98	47.28	0.454	0.269	1.01	0.023	0.003	0.1
2455122.371	-15.80	6.25	40.74	0.365	0.183	0.881	0.011	0.003	0.1
2455130.292	-17.37	13.30	39.82	1.217	0.491	0.785	0.095		0.11

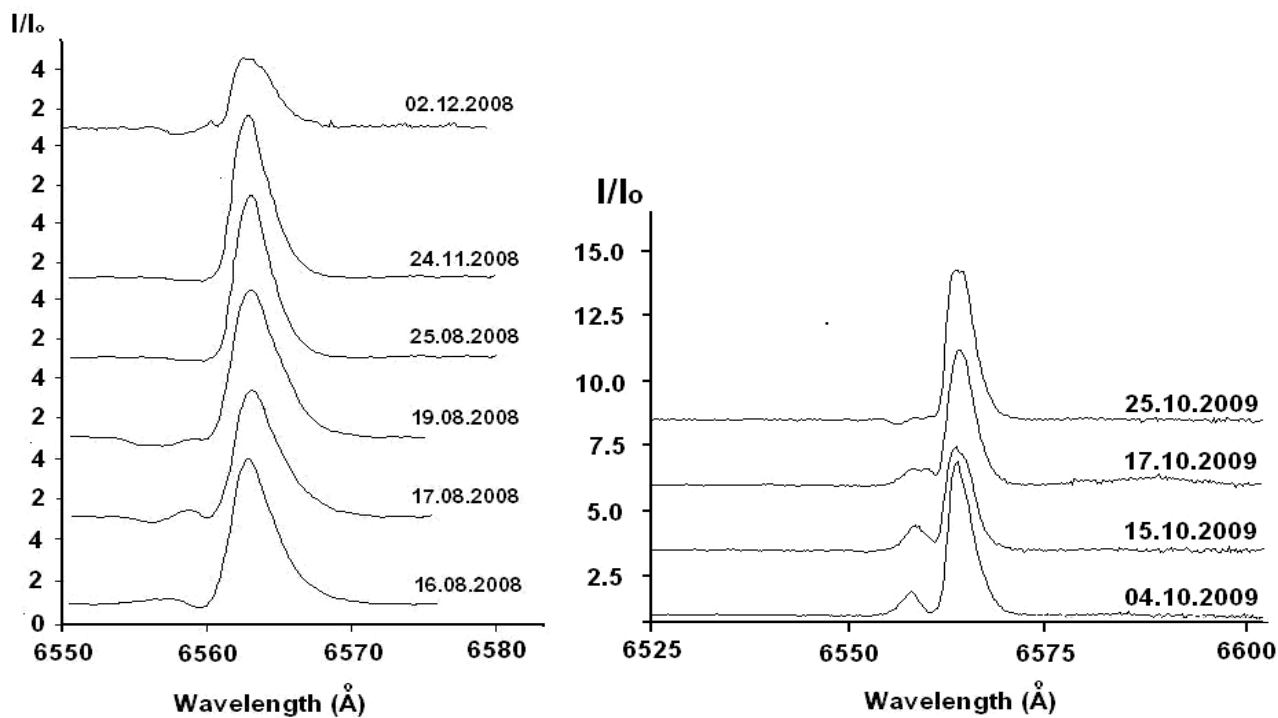
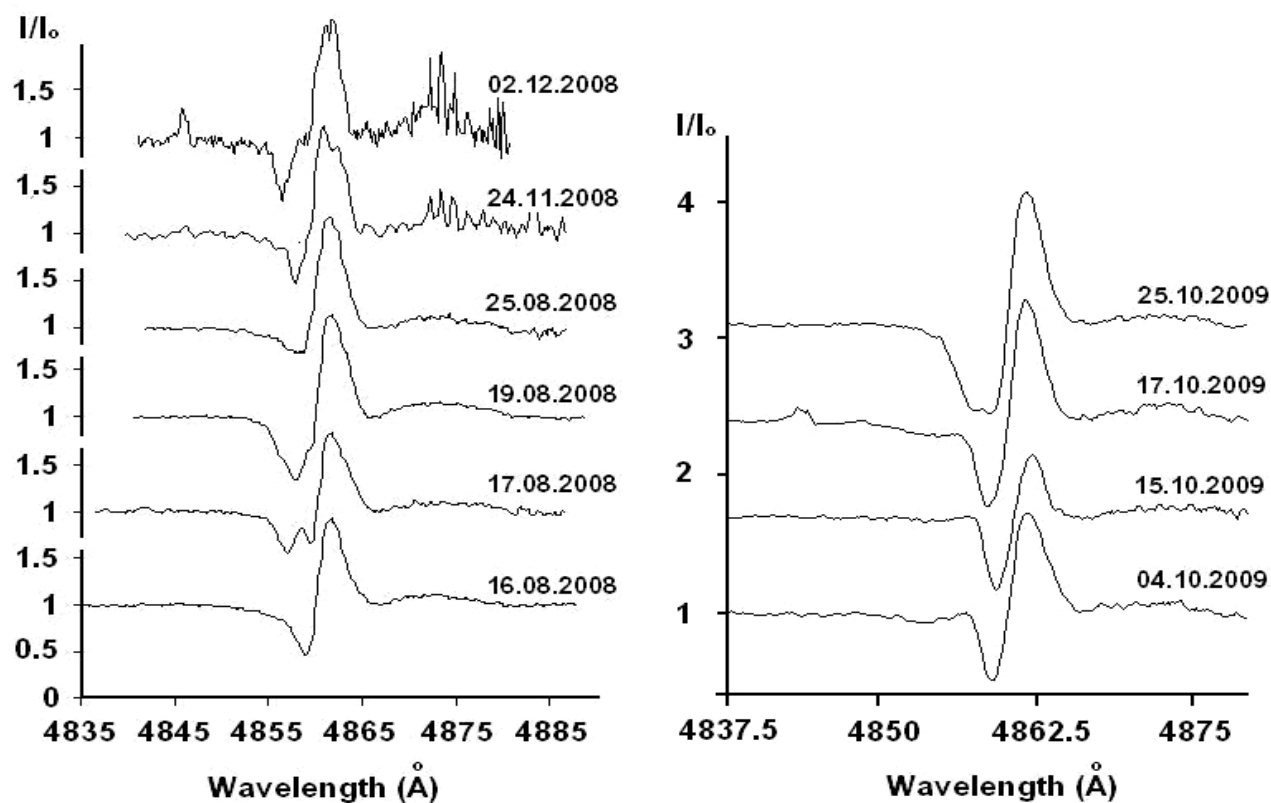
Табл.5. Параметры спектральной линии HeI у AB Aur в 2008-2009 гг.

JD $\text{HeI } 5876$	V_r (km/s)			$\lambda_{1/2}$ (Å)	W (Å)
	1	2	3		
2454695.467	-4.79	40.08	103.9	5.655	0.643
2454696.476	-112.74	41.07	108.36	8.564	1.021
2454698.469	-34.04	58.11	97.83	5.546	0.633
2454703.535	-26.14	32.88	68.85	6.026	0.667
2454795.336	-40.44	25.15	84.01	9.13	1.005
2454803.263	-75.61	-10.11	48.96	8.369	0.753
2455109.452	-76.94	10.93	93.57	7.386	0.933
2455120.414	-106.07	10.91	91.86	7.325	
2455122.371	-121.42	-7.26	88.06	7.104	0.539
2455130.292	-109.79	43.25	110.34	7.994	0.569

На Рис.3 приведены профили линий $\text{HeI } \lambda 5876$ Å и $\text{NaI } D_1, D_2$. Линии гелия часто имеют две компоненты, которые показывают значительную переменность от спектра к спектру (Табл.5). В отдельные ночи, например, в 24.11.2008, наблюдается расщепление структуры линии гелия на несколько компонент.

Линии $\text{NaI } D_1, D_2$ имеют

трехкомпонентную структуру - два эмиссионных компонента и центральную абсорбцию. Все компоненты показывают переменность, как эквивалентных ширин, так и лучевых скоростей (Табл.3-4). Меняется также и структура профилей этих линий. Наибольшее изменение профилей этого дублета наблюдается по спектрам, полученным в 2009 г.

Рис 1. Профили линии $H\alpha$ в спектре AB Aur.Рис 2. Профили линии $H\beta$ в спектре AB Aur.

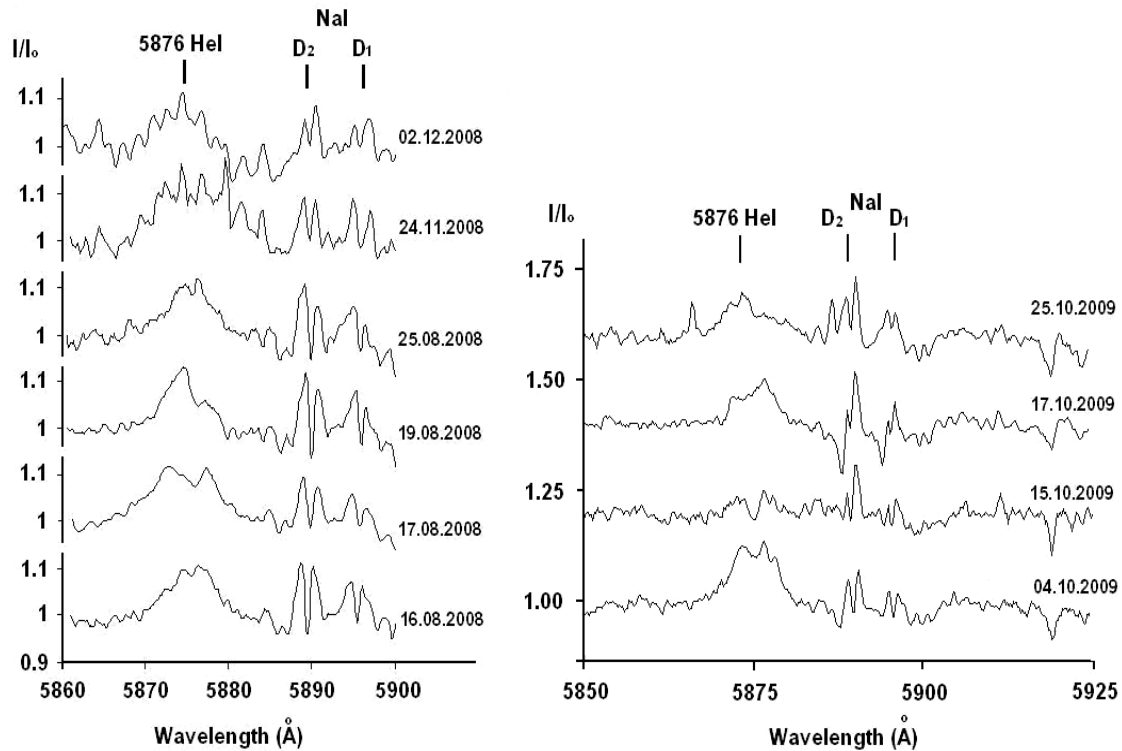


Рис 3. Профили линии HeI 5876 Å и D₁, D₂ NaI в спектре AB Aur.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Наши наблюдения показали, что в течение нескольких суток у звезды наблюдается изменение профилей эмиссионных линий. Переменность фиолетового крыла линии MgII2895 Å также было наблюдаена и в [10, 15]. Новизна в наших наблюдениях заключается в том, что нам удалось проследить все стадии от возникновения до полного исчезновения эмиссионного компонента, наблюдаемая на фиолетовом крыле линий водорода H_α и H_β. Это событие происходит, по крайней мере, за 3 суток. Вначале эта компонента максимально смещена в фиолетовую часть спектра, а затем ее смещение постепенно приближается к скорости центра массы звезды.

Известно, что скорость вращения звезды оценивается около 80 км/с [14, 15]. При радиусе звезды 2.5 R_☉ [33] и угла наклона плоскости диска к лучу зрения $i = 76^\circ$ [30], можно оценить возможный период осевого вращения звезды, равный $1.35 \cdot 10^5$ секунды = 38 часов. Это значение периода осевого вращения близко к значению квазипериода, определенному в [15]. Отсюда следует, что, если бы наблюдаемое нами событие –

появление и исчезновение эмиссии в фиолетовом крыле водородных линий было бы связано с некоторой неоднородной структурой в диске, то характерное время его образования и исчезновения в результате вращательной модуляции звезды не превосходила бы 1.5 суток. Однако, наши наблюдения показывают, что это событие имеет характерное время около 3 суток.

Для объяснения этого события можно сделать два предположения: 1. Сгусток массы, ответственный за обнаруженную переменность, находится на определенном расстоянии от центральной звезды, 2. Наблюдается аккреция из околозвездного окружения на звезду.

В первом случае разумно предположить, что диск звезды вращается нетвердотельно, и сгусток массы находится на определенном расстоянии от центральной звезды. Это тело может быть в виде протопланеты или кометы. Внешние слои диска вместе с гипотетическим телом должны вращаться, примерно, в два раза медленнее. В случае же аккреции, учитывая тот факт, что изменение происходит в основном в фиолетовом крыле, надо полагать, что аккреция вещества происходит

только в одном и том же коллимированном направлении. Мы видим, что объяснение наблюдаемого факта в обоих случаях наталкивается на определенные трудности. Для разрешения этой проблемы нужны последовательные спектральные и фотометрические наблюдения звезды.

В настоящей работе можно сделать следующие выводы.

1. Обнаружена синхронная переменность фиолетового крыла у линий H_{α} и H_{β} . Полный цикл события — от возникновения до исчезновения эмиссии на этом крыле имеет характерное время 3 суток.
2. Обнаружена переменность структуры и интенсивностей отдельных компонент в линиях $HeI\ 5876\text{\AA}$ и D_1 , D_2 NaI от ночи к ночи и в отдельные годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Herbig G.H., Bell K.R. Third Catalog of Emission-Line Stars of the Orion Population. **Lick Obs. Bull.** 1988, № 1111, 90-p.
3. Herbst W., Shevchenko V. S. A Photometric Catalog of Herbig AE/BE Stars and Discussion of the Nature and Cause of the Variations of UX Orionis Stars. **Astron.J.** 1999, v.118, p.1043-1060.
4. Beals C.S. The spectra of the P Cyg stars. **Publ.Dom.Observ.Victoria**, 1953, v.9, p.1-55.
5. 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.
6. Рачковская Т.М. Спектрофотометрические наблюдения AB Aur в 1963 и 1964 годах. **Изв. Крым. астрофиз. обсерв.**, 1967, т.36, с.210-215.
7. Чхиквадзе Я.Н., Джанишвили Э.Б. Одновременные спектральные и фотометрические наблюдения AB Возничего в 1983-1984 г.г. **Бюлл. Абастум. астрофиз. обсерв.**, 1986, №61, с.83-86.
8. Зайцева Г.В., Колотилов Е.А. Контуры эмиссионной линии водорода H_{α} в спектрах неправильных переменных звезд. **Астрофизика**. 1973, т.9, с.185-195.
9. Garrison L.M., Anderson C.M. Observational studies of the Herbig Ae-Be Stars. I. High resolution H_{α} profiles. **Astrophys.J.** 1977, v.218, p.438-443.
10. Catala C., Czarny J., Felenbok P., Praderie F. Spectral similarities in the visible and UV Spectrum of Herbig Ae-Be stars. **Astron. Astrophys.** 1986, v.154, p.103-114.
11. Finkenzeller U., Jankovics I. Line profiles and radial velocities of Herbig Ae-Be stars. **Astron.Astrophys. Suppl.Ser.** 1984, v.57, p.285-326.
12. Шевченко В.С. **Ае/Ве звезды Хербига**. Ташкент, Фан, 1989, 282с.
13. Шевченко В.С. Популярная Ае-звезда Хербига AB Aur. I. Исследование переменности эмиссионных линий в области 0.37- 0.88 мкм. **Астрофизика**, 1987, т.27, с.459-470.
14. Bohm T., Catala C., Rotating neutron star models with a magnetic field **Astron. Astrophys.** 1995, v.301, p757.
15. 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.
16. Finkenzeller U. AB Aur and its variable hydrogen lines. **Astron.Astrophys.** 1983, v.124, p.157-162.
17. Payne-Gaposhkin C. Variable stars in Milton field 25. **Harvard Ann.**, 1952, v.118, p.15-24.
18. Алиева А.А. Исследование звезд типа Т Тельца и Ае/Ве Хербига с сильным эмиссионным спектром. **Диссертация** канд.физ.-мат.наук, Баку, 2007.
19. Herbst W., Booth J.F., Korett D.L., Zajtseva G.V., Schhakovskaya N.I., Vrba F.J., Covino E., Terranegra L., Vittone A., Hoff D., Kelsey L., Lines R., Barksale W. Photometric variations of Orion population stars. V. A searsch for periodicities. **Astron.J.** 1987, v.94, p.137-149.
20. Бродская Э.С. Фотоэлектрические наблюдения четырех неправильных переменных звезд ранних спектральных классов Вер. **Переменные звезды**, 1968, т.16, с.429-434.
21. Зайцева Г.В. Фотоэлектрические наблюдения звезд типа RW Возничего. **Переменные звезды**, 1968, т.16, с.435-439.
22. Магалашвили И.Л., Кумсиашвили Я.И. Нестационарная звезда раннего спектрального типа AB Возничего. **Бюлл. Абаст. астрофиз. обсерв.** 1970, № 39, с.3-8.
23. Мосидзе Л.И. Трехцветная фотометрия нескольких звезд типа RW Возничего в ассоциации Orion TI, Телец TI, Цефей T2 и Возничего TI. **Переменные звезды**, 1987, т.16, с.149-156.
24. Шаймиева А.И., Шутьмова И.А. UBVR-фотометрия четырех звезд Ае-Ве Хербига. **Переменные звезды**. 1985, т.22, с.167-172.
25. Mannings V., Sargent A.I. High-Resolution Studies of Gas and Dust around Young Intermediate-Mass Stars. **Astrophys.J.** 1999, v.490, p.792.
26. Henning Th., Burkert A., Launhardt R., Leinwrt Ch., Stecklum B. Infrared imaging and millimetre continuum mapping of Herbig Ae/Be and FU Orionis stars. **Astron.Astrophys.** 1998, v. 336, p.565-586.
27. Fukagawa M., Hayashi M., Tamura M. Et al. Spiral structure in the circumstellar disk around AB Aurigae. **Astrophys.J.** 2004, v.605, L53—56.
28. Lin Sh.-Y., Ohashi N., Lim J., et al. Possible Molecular spiral arms in the protoplanetary disk of AB Aurigae. **Astrophys.J.** 2006, v.645, p.1297-1304.
29. Anker M.E., The P.S., Tjin A.D. H.R., et al. HIPPARCOS data on Herbig Ae/Be stars: an evolutionary scenario. **Astron.Astrophys.** 1997, v.324, L33-36.
30. Grady C. A., Pérez M.R., Bjorkman, K.S., Massa, D. Transient Infall Events in the Disk of AB Aurigae: The

- beta Pictoris Phenomenon at 2-4 Megayears **Astrophys.J.** 1999, v.511, p.925-931.
31. 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.
32. Галазутдинов Г.А. **Препринт САО РАН.**, 1992, №92.
33. Bouwman J., de Koter A., van den Ancker M.E., Waters L.B.F.M. The composition of the circumstellar dust around the Herbig Ae stars AB Aur and HD 163296. **Astron. Astrophys.** 2000, v.360, p.213-226.

AB AUR ULDUZUNUN OPTİK SPEKTRİNİN TƏDQIQI

N.Z.İsmayılov, O.V.Xəlilov

İşdə Ae/Be Herbig tipli AB Aur ulduzunun AMEA ŞAR-da aparılmış spektral tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Hidrogenin H_α və H_β xətlərinin bənövşəyi qanadında əlavə şüalanma komponenti hesabına dəyişmə aşkar edilmişdir. Həmin komponentin yaranması və tam yox olması arasında keçən xarakterik vaxt təxminən 3 gün təşkil edir. Bu şüalanma komponentinin dəyişkənliyi ulduz ətrafında protoplanet və ya protokomet cismin olması ilə bağlı ola bilər.

Aparıcı sözlər: cavan ulduzlar, şüalanma spektri, AB Aur

OPTICAL SPECTRUM RESEARCHES OF THE AB AUR

N.Z.Ismayilov, O.V.Khalilov

The results of spectral investigations Ae/Be Herbig type star AB Aur performed in ShAO, Azerbaijan National Academy of Sciences are presented. Variability of violet wings of hydrogen lines H_α and H_β due to additional emission component was discovered. The characteristic time from appearance to the complete disappearance of this component is about 3 days. Probable cause of this variability emission component can be protoplanetary or protocometary body in the circumstellar environment.

Keywords: young stars, emission spectrum, AB Aur

ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ СЕЙФЕРТОВСКОЙ ГАЛАКТИКИ NGC 3516

© 2010 г. Н.А.Гусейнов

*Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана
(email: nazimqaramamedli@rambler.ru)*

В статье приводятся UBVR-наблюдения ядра сейфертовской галактики первого типа NGC 3516. Наблюдения проводились на телескопе «Zeiss-600» ШАО НАНА. Проанализированы результаты фотометрических наблюдений, проведенных за 1989-1994 годы. С 1989 по 1994 гг. наблюдался значительный рост блеска. В фильтрах UBVR блеск увеличился примерно на 0.6^m-1^m . Отмечается быстрая переменность в течение одной ночи, природа которой остается загадкой. Здесь возможно наличие периодической или хаотической составляющей. Наблюдения проводились как в активные, так и в пассивные ночи. Отчетливо наблюдается уникальный эффект запаздывания.

Ключевые слова: ядра активных галактик, сейфертовские галактики, NGC 3516

ВВЕДЕНИЕ

Впервые сейфертовские галактики как отдельный класс галактик выделил американский астроном Seyfert C. в 1943 г. [1]. Он обнаружил в спектрах 12 галактик широкие линии водорода, гелия и ионизованного железа. Полуширина этих линий, в соответствии с эффектом Доплера, соответствовала скоростям до нескольких тысяч км/сек. Сейчас известны тысячи таких объектов, причем в некоторых из них эмиссионные спектральные линии имеют ширины, соответствующие скорости около 30000 км/сек (0.1 скорости света!). Сейфертовские галактики относятся к гигантским спиральным галактикам. Среди них особенно велика доля пересеченных спиралей (около 70%). Сейферты, как часто называют этот тип галактик, чаще, чем обычные галактики, входят в число пар и групп, но избегают богатых скоплений.

Он показал необычность структуры и спектров излучения этих галактик. Переменность излучения сейфертовских галактик впервые была обнаружена Fitch W.S., Rocholchuk A.G., и др. [2]. Позднее переменность этих галактик была подтверждена Лютым В.М. и Зайцевой Г.В. [3]. Недавние космические и наземные наблюдения показали изменчивость блеска NGC 3516 в рентгеновской области и в фильтрах В и R с характерным временем от нескольких секунд до нескольких дней [4].

Ядра активных галактик (ЯАГ) представляют большой интерес с точки

зрения поиска быстрой переменности. Исследования активных ядер галактик – сверхмассивных и компактных внегалактических объектов – представляют уникальную возможность для решения многих проблем релятивистской астрофизики, а так же теоретической физики и космологии. Детальное изучение быстрой переменности является эффективным методом диагностики физических процессов, происходящих в аккрецирующих компактных сверхмассивных объектах, какими являются большинство ЯАГ. Характерное время этой переменности говорит о чрезвычайно незначительных размерах областей, излучающих оптический континуум и широкие эмиссионные линии.

Исследования фотометрической переменности необходимо для выяснения структуры активных ядер, без понимания которой невозможно приблизиться к решению энергетической проблемы центрального источника. Большинство исследователей считают, что типичное ЯАГ излучает за счет аккреции вещества на сверхмассивную черную дыру [5, 6]. Именно аккреция с трансформацией гравитационной энергии в излучение ответственна за все наиболее энергичные явления, включая быструю переменность.

Сейфертовские галактики обладают очень яркими звездообразными ядрами. Эти галактики являются преимущественно спиральными системами. Эти небесные

объекты имеют яркие и чрезвычайно широкие эмиссионные линии излучения в спектре.

Для уточнения моделей ЯАГ очень важно иметь сведения о характере их переменности. В различных моделях в течение одной и той же ночи можно ожидать как периодическую, так и хаотическую переменность блеска ядер галактик. Знание свойств оптической переменности позволяет существенно ограничить возможные типы моделей. Существует две наиболее популярные модели центрального энергетического источника: это аккрецирующая черная дыра и неколлапсировавшее магнитоплазменное тело (“магнитоид”, “гигантский пульсар”, “спинар”). Наблюдения строгой периодической переменности блеска галактик, сохраняющейся в течение нескольких циклов или отсутствия строгой периодичности может быть веским аргументом в пользу одной из двух вышеуказанных концепций.

НАБЛЮДЕНИЯ

Наблюдения ядра сейфертовской галактики первого типа NGC 3516 проведены в 1989-1994 годах на телескопе «Цейсс-600» ШАО НАН Азербайджана. Быстрые фотометрические наблюдения проведены дифференциальным способом, с использованием близких звезд сравнения, с диафрагмой 27" и с UBVR электрофотометром работающим в режиме счета фотонов [7]. В качестве приемника излучения было использовано ФЭУ -79. Для проверки линейности аппаратуры на телескопе «Цейсс-600» наблюдались 16 звезд из звездного скопления Плеяды, являющиеся первичным стандартом системы UBVR. Одна из них была выбрана в качестве звезды сравнения. Наблюдения звездного скопления Плеяды проводились вблизи меридиана, где воздушная масса за время наблюдений (за 2 часа) меняется очень мало относительно одной звезды, выбранной в качестве стандартной. В уравнениях $V_i = \Delta v_i - c \Delta(b_i - v_i)$, $B - V = k_1 \Delta(b_i - v_i)$, $U - B = k_2 \Delta(u_i - b_i)$, $V - R = k_3 \Delta(v_i - r_i)$ коэффициенты, определяющие связь двух систем c , k_1 , k_2 , k_3 получились соответственно $c = -0.039 \pm 0.012$; $k_1 = 1.08 \pm 0.009$; $k_2 = 0.98 \pm 0.011$ и $k_3 = 0.95 \pm 0.007$ [8]. Как видно, наша инструментальная система близка к

стандартной фотометрической системе Johnson H.L., Morgan W.W. [9].

Таким образом, наш ряд наблюдений оказался довольно однородным (аппаратура, звезда сравнения, диафрагма, телескоп и ФЭУ 79). Методика наблюдений аналогична наблюдениям переменных звезд, с использованием близких звезд сравнения. Проведение наблюдений в фильтрах UBVR позволили обнаружить эффект запаздывания. К сожалению, слежение за ядрами активных галактик ведется другими авторами зачастую в одном (B) или в двух (BV) фильтрах, что не позволяет изучать спектральные изменения континуума во время вспышки. Многоцветные (UBVR) наблюдения позволяют получить информацию об амплитудах, о характере и длительности вспышек [10].

Была проведена быстрая фотометрия ядра сейфертовской галактики первого типа NGC 3516. Наблюдение проводилось на телескопе Цейсс-600, с диафрагмой 27". В качестве звезд сравнения и контрольной использованы звезды C2 и C1 из списка Лютото [11] соответственно.

На Рис. 1 приведены UBVR кривые блеска ядра NGC 3516, построенные по наблюдениям 9/10 мая 1989-года. Блеск галактики меняется в течение одной ночи с амплитудой $0^m.09 \pm (0^m.012)$, $0^m.05 \pm (0^m.005)$, $0^m.07 \pm (0^m.009)$ и $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR соответственно [8]. Продолжительность наблюдений составила 3 часа 10 минут. Как видно из Рис. 1 в эту ночь наблюдается эффект запаздывание наступления максимумов.

16/17 декабря 1993 года была проведена UBVR фотометрия ядра этой же галактики в течение 1 час 30 минут. Изменения блеска, амплитуда которых превышала бы $0^m.02$ не обнаружено. Результаты наблюдений приведены в Таблице 1.

Изменения блеска 22/23 декабря 1993 года в течение 2 часов 46 минут обнаружены только в фильтре B и составляют $0^m.04 \pm (0^m.009)$. Результаты наблюдений приведены в Таблице 2.

7/8 января 1994 года была проведена UBVR фотометрия ядра галактики NGC 3516 в течение 2 часов 10 минут. На Рис. 2 приведены UBVR кривые блеска ядра NGC

3516, изменения блеска составили $0^m.08 \pm (0^m.012)$; $0^m.07 \pm (0^m.008)$; $0^m.04 \pm (0^m.009)$; $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR, соответственно. И в эту ночь наблюдался уникальный эффект запаздывания.

Ядро галактики NGC 3516 наблюдалось 11/12 января 1994 года в течение 2 часов 27 минут. Изменения блеска составили $0^m.06 \pm (0^m.011)$; $0^m.05 \pm (0^m.009)$; $0^m.04 \pm (0^m.008)$ в фильтрах UBVR, соответственно. А в фильтре R изменения блеска не обнаружено. Результаты наблюдений приведены в Таблице 3.

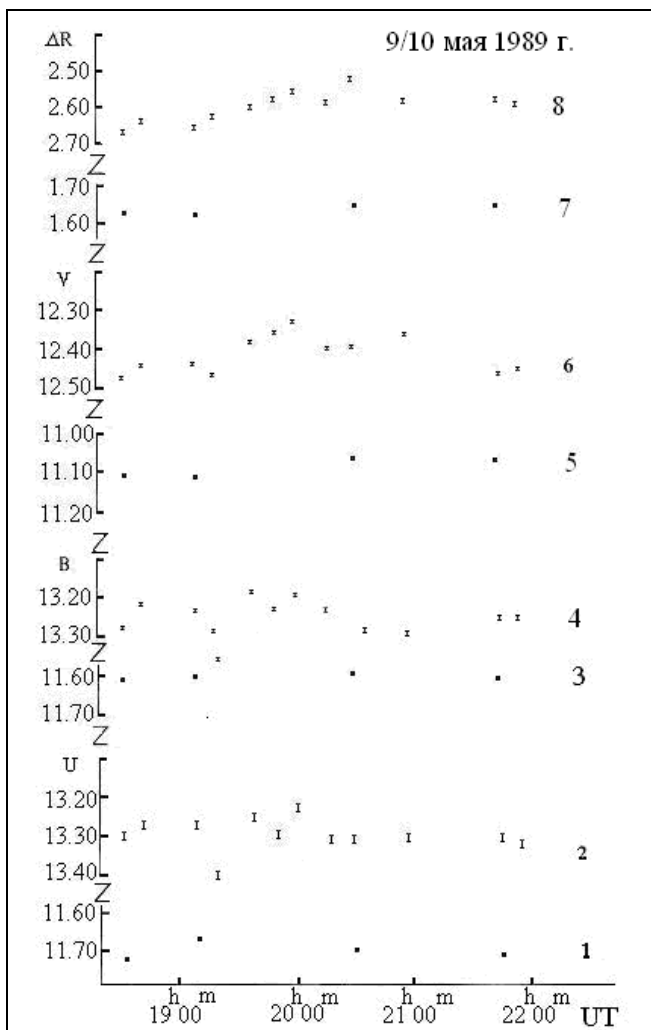


Рис. 1. UBVR-кривые блеска ядра NGC 3516, построенные по наблюдениям 9/10 мая 1989 г.: 1, 3, 5, 7 кривые блеска контрольной звезды, 2, 4, 6, 8 – изменение блеска NGC 3516 относительно стандартной звезды

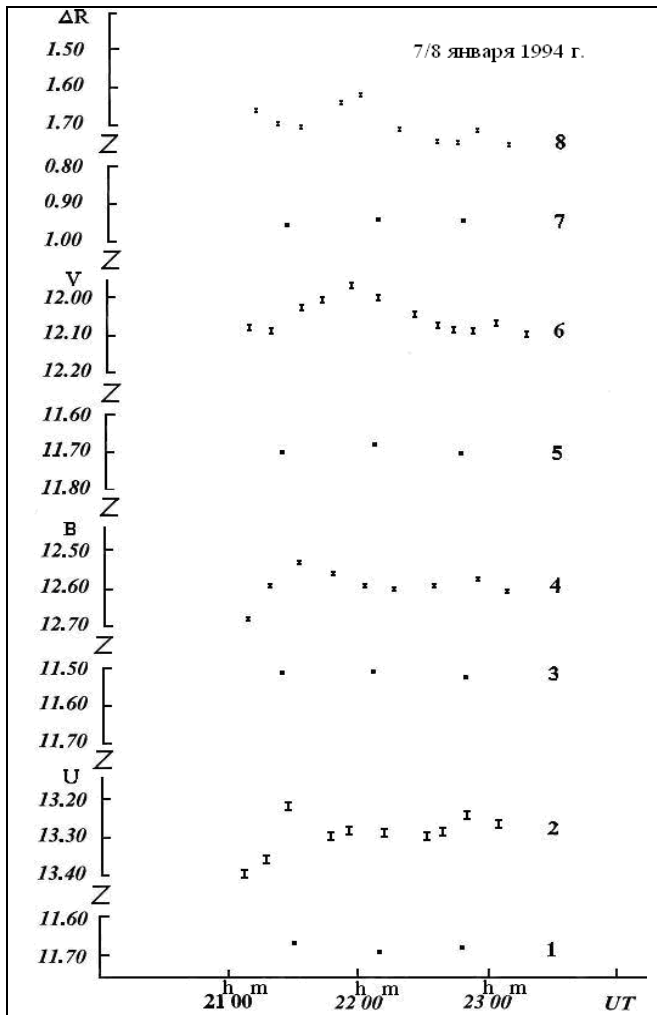


Рис. 2. UBVR-кривые блеска ядра NGC 3516, построенные по наблюдениям 7/8 января 1994 г.: 1, 3, 5, 7 кривые блеска контрольной звезды, 2, 4, 6, 8 – изменение блеска NGC 3516 относительно стандартной звезды

18/19 января 1994 года была проведена UBVR фотометрия ядра галактики NGC 3516 в течение 1 часа 55 минут, изменения блеска которой составили $0^m.04 \pm (0^m.011)$ и $0^m.06 \pm (0^m.008)$ в фильтрах UB, соответственно. В фильтрах VR изменения блеска не обнаружены. Для каждой точки вычислена среднеквадратическая ошибка, которая приведена в скобках. Результаты наблюдений приведены в Таблице 4.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты вышеуказанных наблюдений позволяют предположить, что обнаружена вспышка в ядре сейфертовской галактике NGC 3516, с характерным временем около 100-120 минут. Изменения блеска

наблюдаются не в каждую ночь и носят хаотический характер.

Так как скорость распространения света ограничена, то по характерному времени вспышки можно определить размер той области, которая ответственна за эту переменность. Таким образом, переменность блеска - это результат определенного физического процесса, охватывающего всю ядерную область галактики.

$$R = C \times T = 3 \times 10^{10} \text{ см/сек} \times 7,6 \times 10^3 \text{ сек} = 0,228 \times 10^{15} \text{ см}$$

Размер области, которая ответственна за изменение блеска, определен по характерному времени переменности и составляет $0,228 \times 10^{15} \text{ см}$.

Кроме того, наблюдения в четырёх фильтрах позволили обнаружить уникальный эффект запаздывания в изменениях блеска, максимумы которых наступают от U по R с опозданием, примерно, на 30 минут. Эффект такого характера наблюдался по наблюдениям NGC 3516, 9/10 мая 1989-года и 7/8 января 1994 года. Переменность 9/10 мая составила $0^m.09 \pm (0^m.012)$ и $0^m.05 \pm (0^m.005)$ и $0^m.07 \pm (0^m.009)$ и $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR, соответственно. Изменения блеска ядра NGC 3516 7/8 января 1994 года составил $0^m.08 \pm (0^m.012)$; $0^m.07 \pm (0^m.008)$; $0^m.04 \pm (0^m.009)$; $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR, соответственно.

В работе Dan Maoz et al [4] отмечается уникальный эффект запаздывания наступления максимумов в оптическом диапазоне относительно максимума рентгеновского излучения.

Следует отметить что, в фильтрах UBVR блеск галактики NGC 3516 с 1989 по 1994 гг. увеличился примерно на $0.6^m - 1^m$. Это отчетливо видно из Рис. 1-2.

Учитывая тот факт, что возможность наблюдений за этим объектом из одной географической точки не позволяют охватить временной диапазон более трёх – четырёх часов, невозможно уверенно отметить характер переменности. Желательно было бы проводить согласованные наблюдения в разных обсерваториях по долготам [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обнаружена вспышка в сейфертовской галактике первого типа NGC 3516 в течение одной и той же ночи, с характерным временем 100-120 минут. По наблюдениям 9/10 мая 1989-года, блеск галактики меняется в течение одной ночи с амплитудой $0^m.09 \pm (0^m.012)$; $0^m.05 \pm (0^m.005)$; $0^m.07 \pm (0^m.009)$ и $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR, соответственно. 7/8 января 1994 года изменения блеска составили $0^m.08 \pm (0^m.012)$; $0^m.07 \pm (0^m.008)$; $0^m.04 \pm (0^m.009)$; $0^m.05 \pm (0^m.005)$ в фильтрах UBVR, соответственно.
2. Наблюдается уникальный эффект запаздывания, другими словами изменения блеска, максимумы которых наступают от U до R с опозданием, примерно, на 30 минут. Таким образом, проблема АЯГ сводится к двум основным вопросам: каков механизм излучения непрерывного спектра и каким именно образом это излучение перерабатывается в излучение других спектральных диапазонов. Наблюдаемое в ШАО и зарубежных обсерваториях запаздывание длинноволнового излучения континуума по отношению к коротковолновому может свидетельствовать о том, что свечение большинства АЯГ обусловлено сильным трением и разогревом газа в аккреционном диске. Но надёжного доказательства этому до сих пор нет.
3. В фильтрах UBVR блеск галактики с 1989 по 1994 гг. увеличился примерно на $0.6^m - 1^m$.
4. Размер области, который ответственен за изменение блеска, определен по характерному времени переменности и составляет $0.228 \times 10^{15} \text{ см}$.
5. Изменение блеска сейфертовской галактики первого типа NGC 3516 носит хаотичный характер. Наблюдается как активные, так пассивные состояния ядра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Seyfert C., Nuclear Emission in Spiral Nebulae. **Astrophys. Journal**. 1943, v. 97, pp. 28-40.
2. Fitch W.S., Pocholchik A.G., Weymann P.J., Allan S., Optical variation of the nuclei of three compact galaxies together with new photometric data for seyfert galaxies. **Astrophys. J. Lett.**, 1967, v. 150, L 177-180.

3. Лютий В.М., Звезды сравнения для наблюдения переменности ядер сейфертовских галактик. **Астрон. циркуляр**. 1971, № 619, с. 1-3.
4. Dan Maoz et al., A Possible 100 Day X-Ray-to-Optical Lag in the Variations of the Seyfert 1 Nucleus NGC 3516. **Astronomical Journal**. 2000, v. 119, p.119-125.
5. Дибай Э.А., Лютий В.М., Параметры оптической переменности активных ядер галактик. **Астрон. журн.** 1984, т.61, вып. 1, с. 10-17.
6. Бочкарев Н.Г., Спектральный и фотометрический мониторинг активных галактических ядер с целью эхо картирования прошлого, настоящее, будущее. «Насиреддин Туси и современная астрономия», **Международная конференция, посвященная 800 летию М.Н.Туси**, (4-7 октября 2001г. ШАО, Пиргулу), Баку-2002, -с. 70-112.
7. Гусейнов Н.А., Исследование электрофотометра для наблюдения переменных звезд. **Циркуляр ШАО**. 1999, № 96, с. 23-24.
8. Гусейнов Н.А., Оптическая переменность ядер активных галактик NGC 3516 и NGC 4151. **Кинематика и физика небесных тел**. 1979, т. 13, № 3, с. 78-80.
9. Johnson H.L., Morgan W.W., Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the jerks spectral atlas. **Astrophysical J.** 1951, v. 114, p. 322-329.
10. Лютий В.М., Рахимов В.Ю., О быстрых вспышках в ядрах активных галактик. **Письма в Астрон. журн.** 1989, т. 15, с. 205-209.
11. Зайцева Г.В., Лютий В.М., Оптическая переменность ядра Сейфертовской галактики NGC 4151. **Астрон. журн.** 1969, т. 46, с. 237-240.

SEYFERT QALAKTIKASI NGC 3516-NIN OPTİK DƏYİŞKƏNLİYİNİN PARAMETRLƏRİ

N.Ə. Hüseynov

Məqalədə I tip Seyfert qalaktikası NGC 3516-nın nüvəsinin UBVR müşahidəsi təqdim olunur. Müşahidələr AMEA ŞAR-ın «Zeiss-600» teleskopunda aparılmışdır. 1989-1994-cü illərdə aparılmış fotometrik müşahidələrin nəticələri analiz olunmuşdur. 1989-1994-cü illər arasında parlaqlığın hiss olunacaq dərəcədə artımı müşahidə olunmuşdur. UBVR süşgəclərində parlaqlıq təqribən $0,6^m$ - 1^m qədər artmışdır. Təbiəti hələlik aydın olmayan bir gecə ərzində parlaqlığın tez dəyişkənliyi aşkar edilmişdir. Bu cür halda periodik və ya xaosik dəyişkənliyin müşahidə olunması istisna olunmur. Müşahidələr qalaktikanın parlaqlığının passiv və aktiv gecələrdə aparılmışdır. Unikal gecikmə effekti aşkar şəkildə müşahidə olunur.

Aparıcı sözlər: Fəal nüvəli qalaktika, Seyfert qalaktikaları, NGC 3516

PARAMETRS OF OPTICAL VARIABILITY OF SEYFERT GALAXY NGC 3516

N.A. Huseynov

UBVR obsrevations of nucleur of Seyfert galaxy of NGC 3516 type are given in this article. The obsrevations have been held at "Zeiss-600" telescope of ShAO of NAS of the AR. The results of photometric observations carried out during 1989-1994 years have been analysed. Significant growth of UBVR has been observed from 1989 to 1994. The brightnes in the UBVR has been increased nearly $0,6^m$ - 1^m . The rapid variability within a night is noted the nature of what remains as mystery. Existence of periodic or chaotic composition is possible here. The obsrevations have been held in active and passive nights as well. Unique effect of lag is distinctly observed.

Keywords: Active nucleus galaxies, Seyfert galaxies, NGC 3516

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1. Результаты наблюдений NGC 3516 16/17 декабря 1993 г. $t = 1^{\text{h}} 31^{\text{m}}$

Время (UT)	U	B	V	ΔR
17 ^h 59 ^m	13.25	12.61	12.12	1.61
18 ^h 14 ^m	13.24	12.63	12.13	1.61
18 ^h 38 ^m	13.21	12.62	12.13	1.61
18 ^h 52 ^m	13.22	12.61	12.09	1.59
19 ^h 06 ^m	13.22	12.63	12.07	1.62
19 ^h 14 ^m	13.23	13.62	12.09	1.59
19 ^h 24 ^m	13.24	12.63	12.11	1.60
19 ^h 30 ^m	13.25	12.63	12.10	1.61
σ	0.0125	0.0055	0.0089	0.0053

Таблица 2. Результаты наблюдений NGC 3516 22/23 декабря 1993 г. $t = 2^{\text{h}} 46^{\text{m}}$

Время (UT)	U	B	V	ΔR
18 ^h 52 ^m	13.38	12.76	12.23	1.70
19 ^h 12 ^m	13.38	12.76	12.21	1.70
19 ^h 32 ^m	13.40	12.80	12.22	1.73
19 ^h 04 ^m	13.40	12.80	12.19	1.71
19 ^h 34 ^m	13.39	12.73	12.20	1.69
19 ^h 52 ^m	13.37	12.75	12.18	1.69
20 ^h 04 ^m	13.38	12.73	12.18	1.69
20 ^h 22 ^m	13.40	12.74	12.17	1.68
20 ^h 38 ^m	13.40	12.75	12.16	1.67
σ	0.0125	0.009	0.0089	0.0055

Таблица 3. Результаты наблюдений NGC 3516 11/12 января 1994 г. $t = 2^{\text{h}} 27^{\text{m}}$

Время (UT)	U	B	V	ΔR
17 ^h 44 ^m	13.38	12.67	12.08	1.56
18 ^h 04 ^m	13.37	12.60	12.06	1.58
18 ^h 26 ^m	13.35	12.64	12.12	1.58
18 ^h 36 ^m	13.36	12.61	12.10	1.56
18 ^h 46 ^m	13.35	12.63	12.07	1.59
19 ^h 06 ^m	13.34	12.60	12.04	1.57
19 ^h 22 ^m	13.35	12.64	12.09	1.60
19 ^h 38 ^m	13.34	12.60	12.05	1.60
19 ^h 52 ^m	13.35	12.60	12.08	1.56
20 ^h 06 ^m	13.34	12.61	12.07	1.57
σ	0.011	0.0089	0.0082	0.0052

Таблица 4. Результаты наблюдений NGC 3516 18/19 января 1994 г. $t = 1^{\text{h}} 55^{\text{m}}$

Время (UT)	U	B	V	ΔR
17 ^h 10 ^m	13.28	12.70	12.10	1.60
17 ^h 22 ^m	13.26	12.75	12.08	1.59
17 ^h 51 ^m	13.28	12.76	12.09	1.60
18 ^h 10 ^m	13.25	12.76	12.08	1.61
18 ^h 30 ^m	13.27	12.77	12.16	1.62
18 ^h 42 ^m	13.28	12.75	12.07	1.59
19 ^h 05 ^m	13.27	12.78	12.07	1.60
σ	0.0112	0.0072	0.0083	0.0055

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ИНВАРИАНТНЫХ ВЕЛИЧИН В НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

© 2010 г. Г.Т. Аразов, Ю.Б. Фарханг

*Институт Прикладной Математики Бакинского Государственного Университета
(e-mail: arazov_b@yahoo.com)*

Со временем повышается точность наблюдений (измерений) и на их основе построенных теорий. Это допускает и уточнения инвариантных величин глобальных нелинейных динамических систем. В данной работе показано, что относительная инвариантная величина гравитационной постоянной варьируется в пределах: $10^{-13} \text{ год}^{-1} \leq \dot{G}/G \leq 10^{-11} \text{ год}^{-1}$. Таковы пределы вариаций эволюции погрешностей современных наблюдений в нелинейных динамических системах.

Ключевые слова: нелинейные динамические системы; инвариантные величины; эволюция

Известно, что все основные свойства нелинейных динамических систем содержатся в инвариантных константах движения и начальных данных рассматриваемой траектории или процесса, т.е. в распределении и эволюции масс и энергии изучаемой системы. Любые изменения материальной точки в динамических системах могут быть представлены в виде дифференциальных уравнений [1]:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, \lambda) + Z, \quad (1)$$

где t – время, x – множество координат точки в n - мерном фазовом пространстве, λ – множество параметров нелинейной динамической системы, Z – возмущения, изменения которых могут носить дискретный, хаотический, случайный или неопределенный характер. Как правило, результаты наблюдений любых перемещений в нелинейных динамических системах представляют собой дискретные статистические показатели процесса, т.е. [2]:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_{2n}) = (q_1, q_2, \dots, q_n; p_1, p_2, \dots, p_n), \quad (2)$$

где $q_1, q_2, \dots, q_n$ – позиционные и $p_1, p_2, \dots, p_n$ – динамические показатели системы.

Они несут в себе все особенности динамической системы, которые могут и не поддаваться учету в системе (1), или слишком осложнять ее. Поэтому, введением различных упрощений, в виде предположений или ограничений, рассматриваемая

динамическая система уравнений приводится к разрешимой в квадратурах, в замкнутом виде.

В качестве примера рассмотрим изменения гравитационной постоянной G , которая может представлять все ограниченности возникновения, распределения и эволюции масс и энергии в нелинейных динамических системах [3].

Допуская

$$G = G_0 + \Delta G, \quad (3)$$

уравнение движения любого тела, например Луны или планеты Солнечной системы, может быть представлено формулой:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{GMx}{r^3} + \dots = -\frac{G_0 Mx}{r^3} - \frac{\Delta G}{G} \frac{GMx}{r^3} + \dots; \quad (4)$$

или

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{GMx}{r^3} + \dots = -\frac{G_0 Mx}{r^3} - \frac{\dot{G}}{G} \frac{GMx}{r^3} \Delta t + \dots. \quad (5)$$

В (3)-(5) использованы обозначения: G_0 – гравитационная постоянная модельной задачи без возмущений, ΔG – возмущенная часть гравитационной постоянной, M – масса центрального тела и $r = \sqrt{\sum_{i=1}^3 x_i^2}$.

Из равенства (5) следует, что

$$\frac{\dot{G}}{G} = \frac{G - G_0}{G \Delta t} + \dots. \quad (6)$$

Из анализа многочисленных высокоточных лазерных измерений расстояний до Луны и планет Солнечной системы, а также из формул (5) и (6), полученных в [4], [5]:

$$\frac{\dot{G}}{G} = (0,1 \pm 10,4) 10^{-12} \text{ год}^{-1}, \quad (1969-1990);$$

$$\frac{\dot{G}}{G} = (1 \pm 8) \cdot 10^{-12} \text{ год}^{-1}, \quad (1970-1994), \quad (7)$$

где в скобках указаны годы, в которые были получены использованные результаты наблюдений.

Из результатов радарных измерений расстояний до Марса, найдено [6]:

$$\frac{\dot{G}}{G} = (2 \pm 4) \cdot 10^{-12} \text{ год}^{-1}. \quad (8)$$

Из астрофизических ограничений двойных пульсаров следует [7]:

$$\frac{\dot{G}}{G} = -0,5 \delta P / P, \quad (9)$$

где $\delta \dot{P}$ является частью $\dot{P}$, которая соответствует только вариациям G , P - период обращения пульсаров вокруг общего центра масс.

Из наблюдений двойных пульсаров (P S R 1913+16) получено [3]:

$$\frac{\dot{G}}{G} = (1,0 \pm 2,3) 10^{-11} \text{ год}^{-1} \quad (10)$$

Используя наблюдения PSR 1913+16 и RSR B 1855+09, показано [8]:

$$\frac{\dot{G}}{G} = (4 \pm 5) \cdot 10^{-12} \text{ год}^{-1}; \quad (11)$$

$$\frac{\dot{G}}{G} = (-9 \pm 18) \cdot 10^{-12} \text{ год}^{-1}; \quad (12)$$

Кроме того, из результатов, найденных для масс и возрастов нейтронных звезд, следует [9]:

$$\dot{G}/G = (-0,6 \pm 2,0) \cdot 10^{-12} \text{ год}^{-1}. \quad (13)$$

Заметим и то, что из обилия наблюдаемых световых элементов, которые характеризуют Космогонические ограниченности во Вселенной [3], найдено

$$|\dot{G}/G| < 1,7 \cdot 10^{-13} \text{ год}^{-1} \quad (14)$$

Все указанные относительные вариации величины гравитационной постоянной G связаны с рождением, распределением и эволюцией масс и энергий в соответствующих системах. При этом следует отметить, что такое представление данных является результатом сложных вычислений и глубокого анализа измерений. Сравнительный анализ результатов (7)-(14), полученных из многочисленных Земных, Солнечных и Космогонических наблюдений свидетельствуют о том, что в природе все подвергаются различным вариациям со временем.

Вариации ограниченностей, представляемых результатами измерений (7) - (14), для $\dot{G}/G$ дают пределы оценок от $10^{-13} \text{ год}^{-1}$ до $10^{-11} \text{ год}^{-1}$. Таковы пределы вариаций эволюции погрешностей современных наблюдений в нелинейных динамических системах. Изменения оценок инвариантных величин (7)-(14), найденных из наблюдений, охватывающих 1969-1994 годы, могут быть представлены формулой

$$G = G_e e^{(a \pm b) 10^{-12} t} \quad (15)$$

Значения a и b приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

a	0.1	1	2	-0.5	1	4	-9	-0.6	1.7
b	10.4	8	4	0	2.3	5	18	2	0

Качественное поведение величины x (15) графически представлено на Рисунке 1, где прямая линия $G = G_e$, параллельная оси Ot , соответствует к линейному, устойчивому и равновесному положению динамической системы. Линии a, b и c соответствуют реальным оценкам инвариантных величин

положений нелинейной динамической системы.

Значения измерений (наблюдений), из которых получены вышеуказанные оценки инвариантных величин, могут быть представлены и формулой:

$$Q = Q_0 \pm \sum_{i=1}^n \Delta Q_i, \quad (16)$$

где Q_0 - наблюдаемые значения расстояний

между объектами, $\sum_{i=1}^n \Delta Q_i$ - сумма

погрешностей, которые определяются пределами погрешностей наблюдателя, погрешностями всех используемых приборов, а также и всевозможными природными ограниченностями, которые сравнимы или меньше погрешностей используемых наблюдений. Таким же способом могут быть определены вариации и остальных инвариантных величин.

Они допускают выяснение распределения силовых структур полей динамических систем. Они уточняются со временем. Однако, в их изменениях всегда остаются элементы случайности и неопределенности, которые, как правило, являются первопричинами различных резонансов, хаосов и катастрофических явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе на примере изменений относительных оценок (полученных используя базу данных многочисленных наблюдений [2]-[9]) гравитационных постоянных показано, что изменения инвариантных величин характеризуют эволюцию масс и энергий в нелинейных глобальных динамических системах. Они связаны с величинами, абсолютные значения которых находятся за пределами точности наблюдений. Они со временем уточняются. Однако в их величинах всегда остаются элементы случайности и неопределенности, которые не поддаются точному учету.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензенту за полезные

замечания и советы, которые существенно улучшили оформление работы.

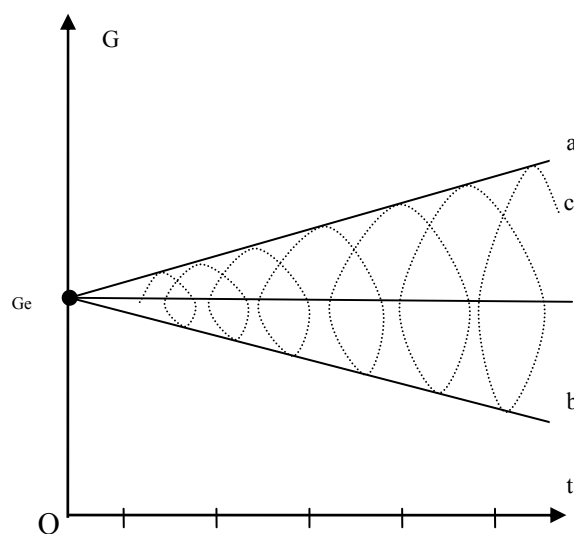


Рис.1. Качественные изменения оценок инвариантных величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аразов Г.Т., Ганиева С.А., Новрузов А.Г., **Эволюция внешней формы и внутренней структуры Земли**, Элм, Баку, 2006, с. 193.
2. Benest D., Froeschle C., Lega E., **Hamiltonian systems and Fourier analysis. New prospects for gravitational dynamics**. Advances in Astronomy and Astrophysics. Cambridge Scientific Publishers. 2005. p. 308.
3. Harvard B. Sandvik, Constants of Nature Novello, Marrio (ed) et al., The tenth Marcel Grossmann meeting. **On recent developments in theoretical and experimental general relativity, gravitation and relativistic field theories**. Proceedings of the MG 10 meeting held at Brazilian Center for Research in Physics (CBPF), Rio de Janeiro, Brazil, 20-26 July 2003, 3 vols. Hackenack, N J: World Scientific, 2006, pp. 258-277.
4. Muller J., et al., **Astrophys. J.** 1991, v. 382, L 101.
5. Williams J.G., et al., **Phys. Rev.**, 1996, D 53, p. 6730.
6. Hellings R.W., et al., **Phys. Rev. Lett.**, 1983, v. 51, p. 1609.
7. Damour T., et al., **Phys. Rev. Lett.**, 1988, v.61, p. 1152.
8. Kaspi V.M., et al., **Astrophys. J.**, 1994, v. 428, p. 713.
9. Thorsett S.E., **Phys. Rev. Lett.**, 1996, v. 77, p. 1432.

QEYRİ XƏTTİ DİNAMİKİ SİSTEMLƏRDƏ İNVARİANT KƏMİYYƏTLƏRİN TƏKAMÜLLƏRİ

H.T. Arazov, Y.B. Fərhanq

Müşahidə və nəzəriyyələrin nəticələri günü - gündən dəqiqləşir. Bu öz növbəsində qlobal qeyri xətti dinamik sistemlərin invariant kəmiyyətlərinin dəqiqləşdirilməsinə imkan verir. Onlar da öz növbəsində dinamik sistemlərdə gedən proseslərin daha dərin və daha geniş qiymətləndirilməsini təmin edir. Bu işdə, son illərin müşahidələrindən alınmış nəticələrin müqayisəli analizləri əsasında, cazibə sabitinin nisbi dəyişmə sərhədləri, $10^{-13} \text{ il}^{-1} \leq \dot{G}/G \leq 10^{-11} \text{ il}^{-1}$, təyin edilmişdir.

Aparıcı sözlər: qeyri-xətti dinamik sistemlər; invariant kəmiyyətlər; təkamül

EVOLUTION OF THE INVARIANT VALUES IN THE NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS

H.T. Arazov, Y.B. Ferhang

The results of measurements of observations and theories are getting more accurate from year to year. As a result the horizons of variations of constants in the non-linear dynamical systems are improving. Together they provide deepening and widening of knowledge about the natural horizons of motions in the dynamical systems. In this paper it is shown on the example of relative changes of gravitational constants, i.e. $10^{-13} \text{ yr}^{-1} \leq \dot{G}/G \leq 10^{-11} \text{ yr}^{-1}$.

Keywords: nonlinear dynamical system; variations; invariant values

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЛИНИИ $H\alpha$ И ЗНАЧЕНИЙ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ В СПЕКТРЕ ВЫСОКОШИРОТНОГО СВЕРХГИГАНТА 89 HER (F2 I_{bc})

© 2010 г. А.М. Халилов, А.Р. Гасанова, П.Н. Шустарев

*Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана
(e-mail: xalilov1955@rambler.ru)*

На основе спектрограмм, полученных на 2-м телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории (ШАО), а также данных других авторов за период 1955-2006 гг., были исследованы изменения профиля линии $H\alpha$ в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 Her. Исследования показали, что в атмосфере этой звезды кроме короткопериодических изменений, найденных ранее разными авторами, имеются и долгопериодические изменения. Выявлено, что лучевая скорость и эквивалентная ширина абсорбционного компонента линии $H\alpha$ меняются с периодами 4681.1 и 6553.6 дня, соответственно. В то же время, параметры эмиссионного компонента - W_{em} и R_{em} , меняются с периодом 10922.7 дня. Периодические изменения лучевой скорости для эмиссионной компоненты не обнаружены.

Ключевые слова: абсорбционный и эмиссионный компоненты линии $H\alpha$, эквивалентные ширины, лучевая скорость

ВВЕДЕНИЕ

На существование сверхгигантов типа А и F, лежащих в высоких галактических широтах, впервые указал Bidelman [1]. К этим звездам им были отнесены звезды HR 6144, 89 Her, и HD 161796, спектральных классов A7 I_b, F2 I_a и F3 I_b, соответственно. Эти звезды лежат на галактических широтах 22° и более, т.е. они расположены далеко от галактической плоскости, там же, вероятно, и сформировались.

Как известно, существование ярких сверхгигантов на значительном расстоянии от плоскости Галактики не имеет пока общепринятого объяснения. Согласно существующим звездноеволюционным представлениям, по светимости эти объекты должны быть очень молоды и массивны, но согласно тем же представлениям, молодые и массивные звезды должны находиться вблизи галактической плоскости. Несмотря на то, что с момента открытия прошло более пятидесяти лет, эволюционный статус этих объектов остается неясным. Предложено несколько гипотез для объяснения эволюционного статуса высокоширотных сверхгигантов. Это: 1) молодые, массивные звезды, которые недавно сформировались и “убежали” на большие расстояния от галактической

плоскости; 2) старые, маломассивные звезды, которые в конце эволюции достигают высокой светимости; 3) они являются результатом эволюции двойных звезд. Отметим, что большая часть наблюдательных данных говорит в пользу второй гипотезы. В связи с этим представляет большой интерес детальное исследование атмосферы сверхгиганта 89 Her.

Звезда 89 Her = V 441 = HD 163506 (спектральный класс F2 I_{bc}, $m_v = 5^m.46$) является самым ярким примером звезды типа UU Herculis [2, 3]. Абсолютная звездная величина по оценкам разных авторов находится в интервале между $-6^m \div -9^m$. Звезда расположена на галактической широте $b = 21^\circ.9$ и на расстоянии $z = 2.2$ кпк от галактической плоскости. 89 Her ведет себя как пульсирующая переменная звезда. Эта звезда впервые исследовалась Böhm-Bitense [4], Worley [5] и Abt [6], которые классифицировали её как переменный сверхгигант. Блеск, цвет и изменения лучевой скорости 89 Her обсуждались во многих работах (см., например, Fernie [7-10], Fernie & Seager [11, 12]). Оказалось, что эта звезда с нерегулярной амплитудой меняет блеск и значения лучевой скорости с периодом приблизительно 65 дней. Fernie [7], по

значениям лучевых скоростей за интервал 1977-1978 гг., нашел период в 68^d , который объяснил радиальными пульсациями. Sasselov [13] нашел, что значение периода менялось от 68^d до 61^d в 1977-78 гг. и в 1980 г., соответственно. Fernie [10] по 79 значениям UVV-фотометрии, полученным в 1990 г., нашел период в 65^d . По данным Kiss и др. [14], температура 89 Her $T_{\text{ef}}=6000^{\circ}\text{K}$ и ускорение силы тяжести на ее поверхности $\lg g = 0.5$. Таким образом, на основе общепринятых представлений о 89 Her, это post-AGB звезда, которая развивается в центре протопланетного облака. Наличие околозвездной оболочки подтверждается наблюдениями.

Возможные орбитальные изменения были найдены Burki и др [15]. Ferro [16] нашел два периода со значениями 285^d и 63.5^d ; первый он связал с орбитальным периодом, а второй - с пульсацией звезды. Warters и др. [17], объединив все данные о лучевых скоростях за время с 1978 по 1991 гг., нашли период $288^d.4$, который связали с двойственностью звезды. Percu и др. [18], на основе фотометрических наблюдений, обнаружили фотометрические периоды $65^d.2$, и 283^d . Период $65^d.2$ они объяснили радиальной пульсацией, природа периода 283^d осталась неясной. В работе Копылова и др. [19] показано, что интенсивности некоторых линий поглощения у 89 Her меняются со временем. Сравнения эквивалентных ширин линий в спектре этой звезды проводились для двух дат, 06.10.1958 г. и 27.06.1959 г. Авторами найдено, что эквивалентные ширины линий поглощения, как нейтральных элементов, так и ионов, увеличились при переходе от 06.10.1958 к 27.06.1959 гг. Показано, что увеличение интенсивности линий ионов больше, чем у нейтральных элементов. Также, в спектре 89 Her оказались значительно расширены контуры и увеличены глубины водородных линий H_{β} и H_{γ} 27.06.1959 г., когда интенсивности всех спектральных линий были увеличены.

По данным Sargent [20] темп потери массы составляет $10^{-8} M_{\odot}$ в год. Vujarrabal и др. [21], на основе интерферометрических наблюдений в линиях эмиссии CO, исследовали структуру и динамику туманности

вокруг звезды 89 Her. Авторы определили скорость расширения туманности ($V=7 \text{ км/с}$) и её массу ($3 \times 10^{-3} M_{\odot}$). Они также получили новые значения для массы и элементов орбиты холодного компонента 89 Her.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И ЕГО ОБРАБОТКА

Наш период спектральных наблюдений можно разделить на два этапа. Первая часть спектральных наблюдений была выполнена в 1975-1986 гг. в фокусе Кудэ 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории НАН Азербайджана. Это был период классической спектрофотометрии, когда в качестве приемника излучения применялась фотографическая пластинка. Используемый нами спектральный материал получен с разрешением $0.3 \text{ \AA}$ и (обратной) дисперсией $12 \text{ \AA/мм}$. Лучевые скорости были измерены на осциллокопическом компараторе. Значения лучевых скоростей и центральной остаточной интенсивности компонентов линии H_{α} , приведены в Таблице 1.

Вторая часть спектральных наблюдений выполнена в июле-августе 2000 г. в фокусе Кудэ, а впоследствии проводились после 2004 г. на эшелле – спектрометре кассегреновского фокуса 2-м телескопа с применением принципиально нового светоприемника - ПЗС – матрицы. Обработка эшелле-спектров проводилась по стандартной методике, с помощью пакета программ DECH-20, составленного сотрудником CAO РАН Галазутдиновым [22].

В каждую наблюдательную ночь было получено 2-3 спектра звезды. При соотношении сигнала к шуму $S/N=200$, средняя экспозиция составила 7-10 минут. Быстрые изменения в течение ночи не были обнаружены. Поэтому профили, полученные в одну или последовательные ночи, но не показывающие изменения, усреднялись. Результаты измерения лучевой скорости V_1^{ab} , V_{em} и остаточной интенсивности R_1^{ab} , R_{em} , а также эквивалентной ширины W_{ab} и W_{em} абсорбционного и эмиссионного компонентов приведены в Таблице 1. Так как в разные ночи число абсорбционных компонентов линии H_{α} менялось и иногда

достигало трех, все измерения в Таблице 1 относятся к первому, наименее смещенному компоненту. Кроме того, в таблице приведены также данные и по значениям лучевой скорости второго абсорбционного компонента для ночей, когда он имелся в спектре.

Отметим, что в работах [14, 20, 23] не были определены все параметры профиля линии H_α . Однако в этих работах, кроме некоторых параметров линии H_α , представлены также графики и соответствующая спектральная область. Например, в работе [14] на рис.1 представлена спектральная область $\lambda\lambda 5860$ - 6660 в интенсивности и профили линии H_α (рис.2). Поэтому, используя данные работ [14, 20, 23] сначала мы определили дисперсию, а потом параметры профиля линии H_α (V_1^{ab} , V_2^{ab} , V_{em} , W_{ab} , W_{em} , R_1^{ab} и R_{em}). Мы не использовали данные по лучевой скорости, определенной в работе [14]. Полученные результаты можно считать удовлетворительными.

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЛИНИИ H_α

Имеющиеся у нас наблюдательные данные, полученные в течение длительного интервала времени (>16000 дней), предоставляют уникальную возможность для определения возможных долгопериодических изменений в атмосфере звезды 89 Her. О возможности таких изменений говорит вид зависимостей, полученных в работах [16, 18], в которых, на основе наблюдательных данных, полученных за меньший период времени, было показано, что лучевые скорости фотосферных линий звезды 89 Her изменяются с периодом 285.8 и 283 дня, соответственно. Однако, практически на всех зависимостях, представленных в этих работах, хорошо видно наличие тренда, возникающего, скорее всего, из-за наличия изменений в атмосфере этой звезды гораздо большего периода. В настоящей работе приводятся и обсуждаются профили линии H_α звезды 89 Her, взятые как из литературы, так и полученные нами, на 2-м телескопе ШАО. Из Рис.1 видно, что абсорбционный профиль линии H_α имеет сложную форму.

В зависимости от фазы нестабильности атмосферы звезды он состоит либо из одного, либо из двух или трех компонентов, а

эмиссионный компонент постоянно в единственном числе наблюдается на красном крыле линии H_α . К сожалению, данных для второго и особенно для третьего компонентов оказалось очень мало. Поэтому мы в настоящей работе в основном анализируем только значения параметров для первого абсорбционного компонента.

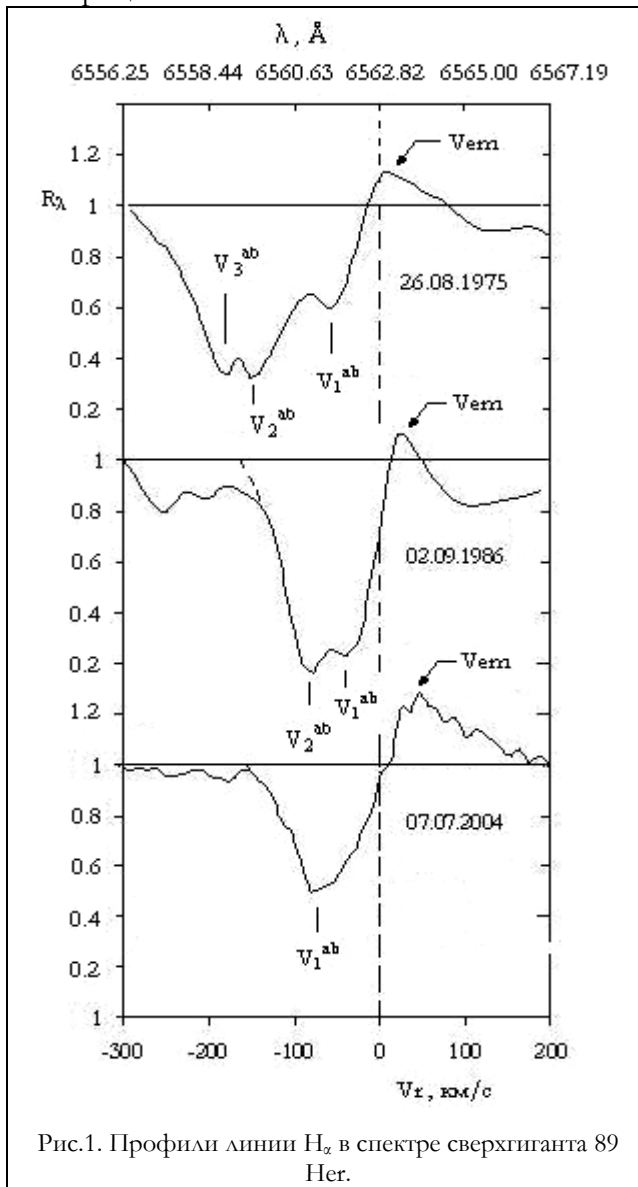


Рис.1. Профили линии H_α в спектре сверхгиганта 89 Her.

Измеренные значения лучевых скоростей (V_1^{ab} и V_{em} , абсорбционного и эмиссионного компонентов линии H_α , соответственно), эквивалентных ширин (соответственно W_{ab} и W_{em}) и центральных остаточных интенсивностей (соответственно R_1^{ab} и R_{em}), полученные за период в 16565 дней, были нами обработаны методом спектрального анализа.

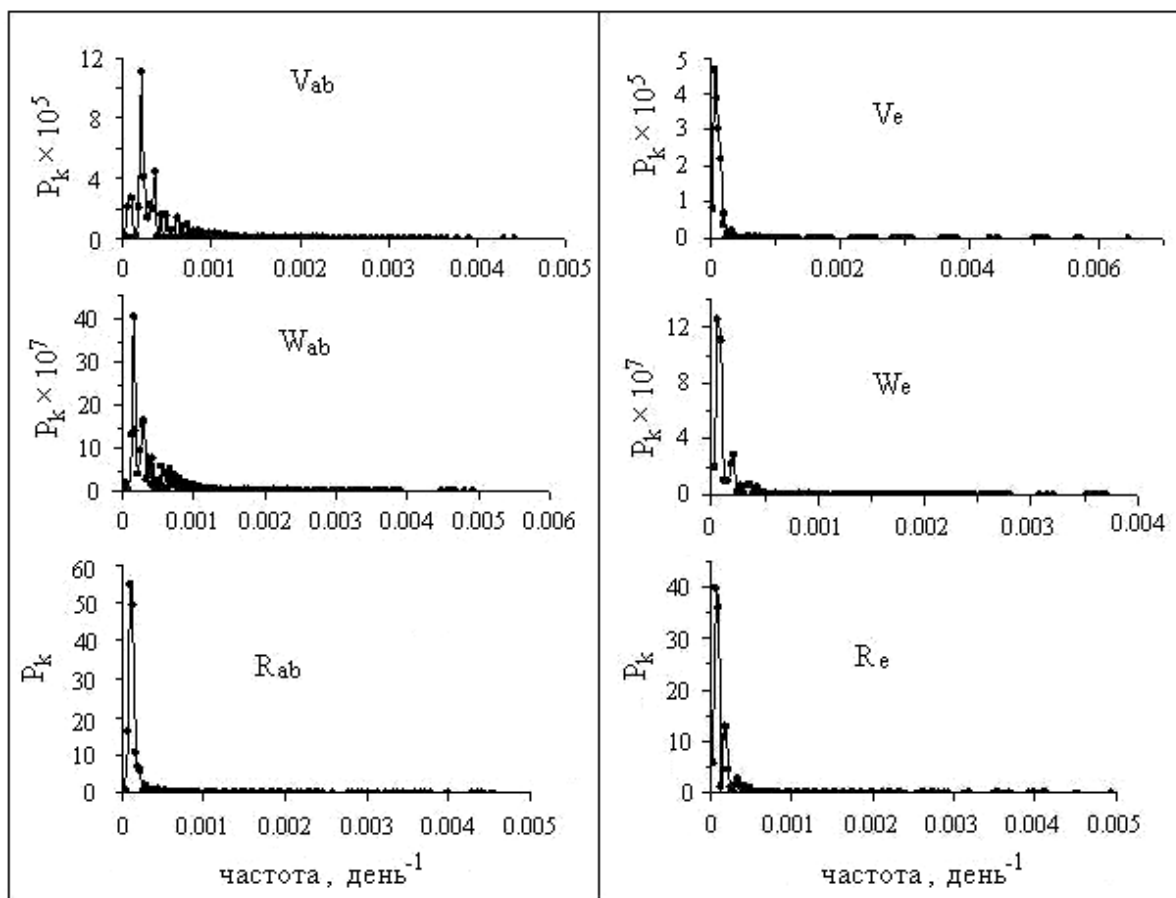


Рис.2. Спектры мощности для параметров профиля линии H_α звезды 89 Her.

Для этого была использована программа “STATISTICA 6.0” производства компании StatSoft, Inc. Полученные шесть спектров мощности для каждого параметра отдельно, приведены на Рис.2. Здесь параметр P_k можно интерпретировать как дисперсию (вариацию) данных на k -ой частоте, которая вычисляется по формуле:

$$P_k = (a_k^2 + b_k^2)N/2,$$

где a_k и b_k - коэффициенты при синусе и косинусе в фурье-разложении, соответственно, N - число наблюдательных точек. Соответственно, чем больше значение P_k , тем меньше различаются фурье-кривая рассматриваемого периода и исходные данные.

Как видно из рисунка, для эмиссионных параметров наиболее достоверными являются значения периодов 16384 и 10922.7 дня. Первое значение отбрасывается, т.к. оно близко к общей ширине рассматриваемого временного интервала (Рис.3). Кроме того, здесь следует отметить, что для значений

параметра V_{em} имеются еще два следующих по достоверности значения периода - 8192 и 6553.6 дня. У абсорбционных компонентов для значений V_1^{ab} и W_{ab} на соответствующих спектрах мощности имеются четко выраженные максимумы - 4681.1 и 6553.6 дня, соответственно (см. Рис.2, 3). Для значений R_{em} - два максимума - 10922.7 и 8192 дня. Т.е. полученные значения периодов для абсорбционных параметров отличаются друг от друга, что говорит о существовании достаточно сложной физической картины переменности у этой звезды.

Для примера на Рис.4 показывается изменение лучевой скорости абсорбционного компонента V_1^{ab} профиля линии H_α по фазам. Начальная эпоха выбрана JD 2453979.58, $V_r=146$ км/с, $P=4681^d.14$. Средние кривые аппроксимированы полиномом 6 степени. Полученная кривая вполне удовлетворительно описывает наблюдательные значения.

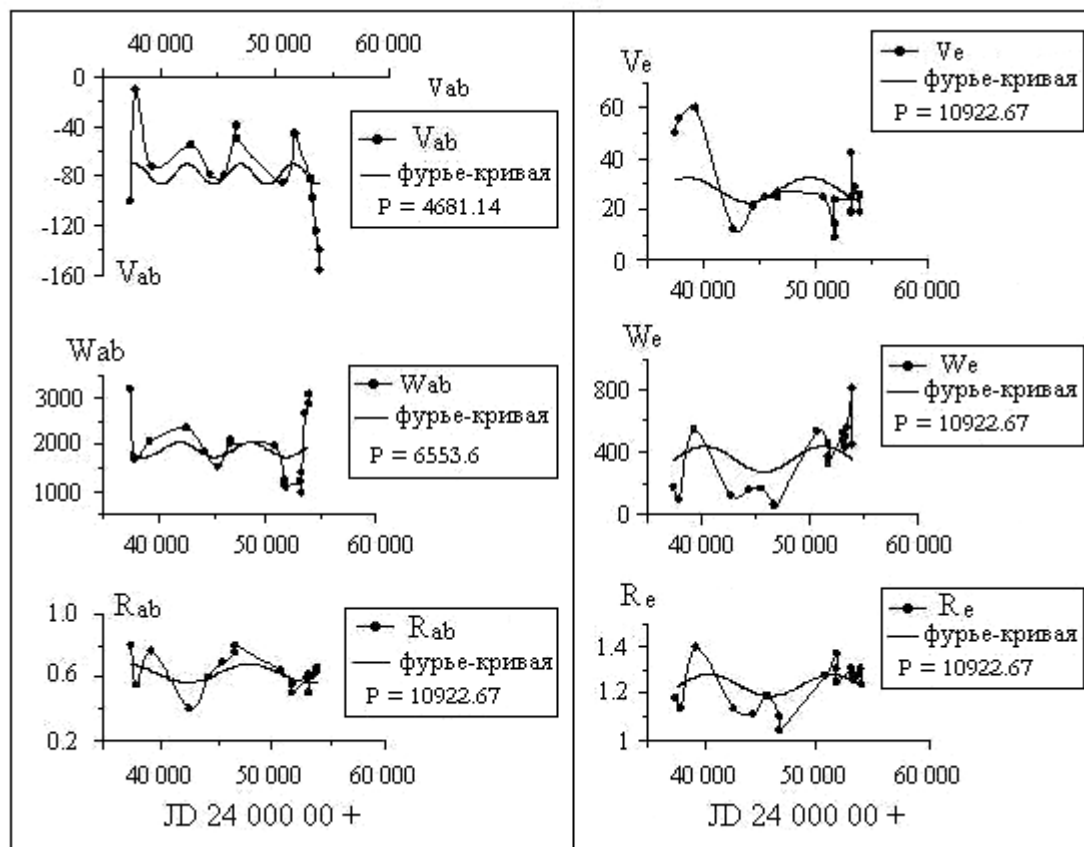


Рис.3. Наблюдательные данные для параметров линии H_{α} звезды 89 Her и соответствующие фурье-кривые наиболее достоверных периодов

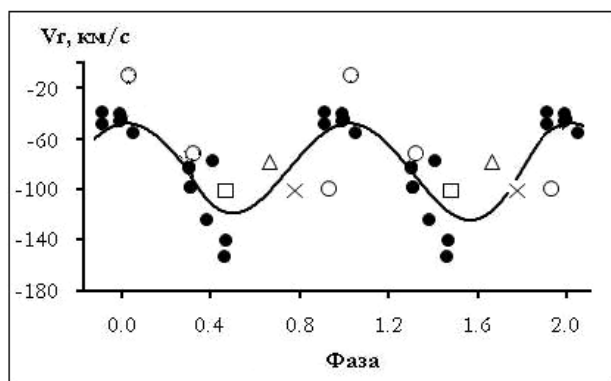


Рис.4. Изменение лучевой скорости абсорбционного компонента $V_{1^{ab}}$ профиля линии H_{α} по фазам. Начальная эпоха выбрана JD 2451779.31, $V_r = -45$ км/с, $P = 4681^{d.14}$ дней. Средние кривые аппроксимированы полиномом 6 степени. На рисунке данных других авторов обозначены таким образом: γ - Böhm-Vitense [4], $\times$ - Kiss [14], $\circ$ - Sargent [20], Δ - Luck [23]

Ниже приведены значения коэффициентов корреляции r , вычисленных нами параметрическим (Пирсон) и непараметрическими (Кенделл, Спирмен)

методами с соответствующими уровнями значимости p (см. Таблицу 2).

Как видно из Рис.3, на котором представлены изменения наблюдаемых параметров линии H_{α} и фурье-кривые соответствующих периодов, а также из значений коэффициентов корреляции из Таб.2, полученные периоды для изменения параметров эмиссионных компонент недостаточно четко объясняют изменение наблюдаемых значений соответствующих параметров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе наблюдательных данных, полученных за период 16565 дней в 1961-2006 гг., методом спектрального анализа были исследованы изменения параметров линии H_{α} высокоширотного сверхгиганта 89 Her. Исследование показали, что в атмосфере этой звезды кроме короткопериодических изменений, найденных ранее разными авторами, имеются и долгопериодические изменения.

Выявлено, что лучевая скорость и эквивалентная ширина абсорбционного компонента линии H_α меняется с периодом 4681.14 и 6553.6 *дня*, соответственно (Рис.3.). Т. е. полученные значения периодов для абсорбционных параметров отличаются друг от друга, что говорит о достаточно сложной картине физической переменности атмосферы звезд.

2. Обнаружено, что параметры эмиссионного компонента W_{em} и R_{em} меняются с периодом 10922.67 *дня* (Рис.3.). Периодическое изменение лучевой скорости для эмиссионной компоненты не обнаружено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bidelman W. P. Spectral Classification of Stars Listed in Miss Payne's Catalogue of C Stars. **Astrophys. J.** 1951, v.113, p.304-308.
2. Sasselov D.D. Variable F-type supergiants far above the Galactic plane. **Inform. Bull. Var. Stars.** (Department of Astronomy University of Sofia, Bulgaria) 1983, № 2314, p.1-2.
3. Sasselov D.D. The UU Her-type stars-Possible tracers of recent star formation at high galactic latitudes. **Astrophys. Space Sci.** 1984, v.102, № 1, p.161-178.
4. Böhm-Vitense E. Variations in the spectrum of 89 Her. **PASP.** 1956, v.68, № 400, p.57-61.
5. Worley C.E. Light-variation of 89 Herculis. **PASP.** 1956, v.68, № 400, p.62-63.
6. Abt H.A. The variability of supergiants. **Astrophys. J.** 1957, v.126, p.138-151.
7. Fernie J.D. 89 Herculis: Further misdemeanors. **Astrophys. J.** 1981, v.243, p.576-582.
8. Fernie J.D. 89 Herculis and HD 161796 in 1986 and 1987. **PASP.** 1989, v.101, p.171-174.
9. Fernie J.D. V441 Herculis (89Her) and V814 Herculis (HD 161796) in 1989. **PASP.** 1990, v.102, p.1143-1145.
10. Fernie J.D. V441 Herculis (89Her) and V814 Herculis (HD 161796) in 1990. **PASP.** 1991, v.103, p.1087-1090.
11. Fernie J.D., Seager S. V441 Herculis (89Her) and V814 Herculis (HD 161796) in 1991 and 1992. **PASP.** 1993, v.105, p.751-754.
12. Fernie J.D., Seager S. V441 Herculis (89Her) and V814 Herculis (HD 161796) in 1993 and 1994. **PASP.** 1995, v.107, p.853-855.
13. Sasselov D.D. On some remarkable pulsation properties of the high-latitude F- supergiants. **Inform. Bull. Var. Stars.** 1983, № 2387, p.3.
14. Kiss L.L., Szatmary K., Vinko J. **Proc. Conf. "The interaction of stars with their environment II"**, Budapest, Hungary, 2003, p.123-126. Bibliographic Code: 2003CoKon.103.123K
15. Burki, G., Mayor M., Rufener F. Study of the variable F supergiants HD161796 and HD163506 in radial velocity and photometry. **Astron. Astrophys. Suppl. Ser.** 1980, v.42, p.383-389.
16. Ferro A.A. Is 89 Herculis a binary star? **PASP.** 1984, v.96, p.641-645.
17. Warters L.B.F.M., Waelkens C., Mayor M., Trams N.R. A model for 89 Herculis system. **Astron. Astrophys.** 1993, v.269, p.242-248.
18. Percy John R., Bakos Akos G., Henry W. Long-term VRI photometry of 89 Herculis (V441). **PASP.** 2000, v.112, p.840-845.
19. Копылов И.М., Витриченко Э.А., Галкина Т.С., Голландский О.П. Количественный анализ атмосфер горячих сверхгигантов. IV. О физических условиях в атмосферах сверхгигантов О-Ф. **Изв. Крымской. Астрофиз. Обсерв.** 1963, т.30, с.42-67.
20. Sargent W., Osmer P.S. Evidence for mass loss from the F-type supergiant, 89 Herculis. In: **Mass Loss from Stars**, Proceedings of the second Trieste Colloquium on Astrophysics, 12-17 September, 1968. Edited by Margherita Hack. Astrophysics and Space Science Library, Vol. 13. Published by D. Reidel Publishing Company, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland, 1969., p.57-62.
21. Bujarrabal V., van Winckel H., Neri R., Alcolea J., Castro-Carrizo A., Deroo P. The nebula around the post-AGB star 89 Herculis. **Astron. Astrophys.** 2007, v.468, L45-L48.
22. Галазутдинов Г.А. Система обработки эшелле-спектров DECH-20. **Препр. CAO РАН.** 1992, № 92.
23. Luck R.E., Bond H.E., Lambert D.L. Chemical compositions of four high-latitude A-F supergiants **Astrophys. J.** 1990, v.357, p.188-203.

**YÜKSƏK ENLİKDƏ YERLƏŞƏN 89 HER (F2 Ibe) ULDUZU SPEKTRİNDƏ H_{α} XƏTTİ
PROFİLİ VƏ ONUN PARAMETRLƏRİNİN UZUNPERİODLU DƏYİŞMƏSİ****Ə.M.Xəlilov, Ə.R.Həsənova, P.N.Şustarev**

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2-m teleskopunda alınmış spektrlər və 1955-2006-cı illərdə nəşr olunmuş işlər əsasında 89 Her ulduzunun H_{α} xəttinin profilləri tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlar göstərir ki, bu ulduzun atmosferində əvvəllər müxtəlif müəlliflər tərəfindən tapılmış qısa periodlu dəyişmələrdən başqa uzunperiodlu dəyişmələr də var. Aşkar olmuşdur ki, H_{α} xəttinin udulma komponentinin şüa sürəti və ekvivalent eni uyğun olaraq 4681,1 və 6553,6 günlük periodla dəyişir. Şüalanma komponentinin parametrləri W_{em} və R_{em} isə 10922,7 günlük periodla dəyişir. Şüalanma komponentinin şüa sürətində isə periodik dəyişmə müşahidə olunmamışdır.

Aparıcı sözlər: H_{α} xəttinin udulma və şüalanma komponenti, ekvivalent en, şüa sürəti

**LONGPERIODIC VARIATIONS OF THE H_{α} LINE PROFILE AND VALUES
OF ITS PARAMETERS IN THE SPECTRUM OF HIGH-LATITUDE
SUPERGIANT 89 HER (F2 Ibe)****A.M.Khalilov, A.R.Hasanova, P.N.Shustarev**

Using spectra obtained at the Coude focus of the 2m Zeiss telescope at the ShAO ANAS, and also the archival data covering 1955 – 2006 yrs, the H_{α} line – profile variability for the high latitude supergiant 89 Her is investigated. It is shown that in the atmosphere of 89 Her in adding to yet established a short – period variability there is a long – period variability also. It is found radial velocity and equivalent width of absorption component of the H_{α} are undergo to change with the periods of 4681.1 and 6553.6 days, correspondingly. While the equivalent width (W) and residual intensity (R) of the emission component of H_{α} vary with the period of 10922.7 day. The periodic variations of the radial velocities of the emission component are not revealed.

Key words: absorption and emission components of H_{α} line, equivalent width, radial velocity

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1. Значение некоторых параметров линии H_{α} сверхгиганта 89 Her, полученные нами и другими авторами.

Дата наблюдения JD 2400000+	H_{α} (6562.816)						
	R_1^{ab}	R_{em}	W_{ab} <i>mÅ</i>	W_{em} <i>mÅ</i>	V_1^{ab} <i>км/с</i>	V_2^{ab} <i>км/с</i>	V_{em} <i>км/с</i>
35254,12 [4]					-100		
37416.25 [20]	0.80	1.18	3200	191	-100		+50
37863.25 [20]	0.55	1.13	1690	111	-10	-75	+56
39246.25 [20]	0.77	1.4	2083	543	-72		+60
42651.29	0.40	1.13	2370	120	-55	-149	+12
44345.59	0.60	1.11	1840	150	-78		+21
45508.3 [23]	0.69	1.19	1530	160	-80		+25
46676.24	0.76	1.10	2090	60	-39	-78	+25
46683.29	0.80	1.04	2010	20	-49	-76	+27
50733.4 [14]	0.64	1.28	1982	536	-102	-158	+25
51743.45	0.57	1.37	1098	452	-41	-77	+16
51744.34	0.55	1.31	1212	370	-46		+14
51779.31	0.5	1.25	1087	330	-45	-77	+24
53165.42	0.59	1.31	1189	523	-83		+25
53194.42	0.50	1.27	962	478	-82		+30
53236.42	0.61	1.28	1407	429	-98		+19
53246.42	0.62	1.26	1400	500	-98		+18
53568.34	0.60	1.27	2694	562	-124		+29
53979.29	0.63	1.31	2900	630	-146		+28

Таблица 2. Значения коэффициентов корреляции r и уровней значимости p между наблюдаемыми параметрами линии H_{α} и полученными из фурье-кривых, соответствующего периода.

	V_1^{ab}		R_1^{ab}		W_{ab}	
	r	p	r	p	r	p
Пирсон	0.78	<0.05	0.66	<0.05	0.62	<0.05
Кенделл	0.66	<0.01	0.41	<0.05	0.44	<0.01
Спирмен	0.83	0.01	0.51	<0.05	0.57	<0.05
	V_{em}		R_{em}		W_{em}	
	r	p	r	p	r	p
Пирсон	0,56	<0,05	0.78	<0.05	0.59	<0.05
Кенделл	0,25	0,14	0.60	<0.01	0.38	<0.05
Спирмен	0,36	0,13	0.77	<0.01	0.55	<0.05