

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI**

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

**2010
CİLD 5
№ 1**

**AZERBAIJANI ASTRONOMICAL
JOURNAL**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYA JURNALI

Cild 5 – № 1 – 2010

Azerbaijan National Academy of Sciences

Национальная Академия Наук Азербайджана

AZERBAIJANI
ASTRONOMICAL
JOURNAL

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
АЗЕРБАЙДЖАНА

Volume 5 – No 1 – 2010

Том 5 – № 1 – 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 sahifəsi: <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. (Шамакhская Астрофизическая Обсерватория)

Гусейнов Р.Э. (Бакинский Государственный Университет)

Исмаилов Н.З. (Шамакhская Астрофизическая Обсерватория)

Гасимов Ф.К. (Институт физики НАНА)

Гулузаде Дж.М. (Бакинский Государственный Университет)

Султанов Г.Ф. (Шамакhская Астрофизическая Обсерватория)

Технический редактор: Аскеров А.Б.

Адрес редакции:

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

Журнал издается в Шамакhской 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.

© Шамакhская 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, 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

© 2010, Azerbaijan National Academy of Sciences.

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

Baku -2010

MÜNDƏRİCAT

RY TAU ULDUZUNUN İŞIQ ƏYRİSİNİN TƏHLİLİ

İsmayilov N.Z., Adıgözəlzadə H.N.

5

İLKİN MAQNİT BP-ULDUZ ATMOSFERLƏRİNİN PEKULYAR VƏ NORMAL
OBLASTLARINDA FUNDAMENTAL PARAMETRLƏRİN (T_e , $\lg g$) TƏYİNİ

S.H.Əliyev

15

ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASINDA İFRATNƏHƏNG ULDUZLARIN
TƏDQİQATLARININ NƏTİCƏLƏRİ

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

23

ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASININ BEYNƏLXALQ “GÜNƏŞ XİDMƏTİ”
PROQRAMLARINDA İŞTİRAKI

M.M.Musayev, A.Q.Seyidov

31

FÜZULİ VƏ ULDUZLAR ALƏMİ

B.Ə. Quluzadə, F.Ə. Qurbanov, S.İ. Kərimova

35

CONTENTS

LIGHT CURVE ANALYSIS OF THE RY TAU

Ismailov N.Z., Adygezalade H.N. 5

DETERMINATION OF THE FUNDAMENTAL PARAMETRES (T_e , $\lg g$) IN THE PECULIARITIES AND NORMAL REGIONS OF THE ATMOSPHERES IN THE EARLY MAGNETIC B_p – STARS

S.H. Aliyev 15

ON THE INVESTIGATIONS OF SUPERGIANT STARS IN ShAO

A.R.Hasanova, A.M.Khalilov, Z.A.Samedov 23

PARTICIPATION OF THE SHAMAKHY ASTROPHYSICAL OBSERVATORY IN THE INTERNATIONAL “SOLAR PATROL” PROGRAMS

M.M.Musayev, A.G.Seyidov 31

FUZULI AND WORLD OF STARS

B.A.Guluzade, F.A.Gurbanov, S.I.Karimova 35

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИЗ КРИВОЙ БЛЕСКА RY TAU

Н.З. Исмаилов, А.Н.Адыгезалзаде 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ (T_e , $\lg g$) В ПЕКУЛЯРНОЙ И НОРМАЛЬНОЙ ЧАСТИ АТМОСФЕРЫ РАННИХ МАГНИТНЫХ B_p ЗВЁЗД

С.Г. Алиев 15

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗД-СВЕРХГИГАНТОВ В ШАО

А.Р.Гасанова, А.М.Халилов, З.А.Самедов 23

УЧАСТИЕ ШАМАХИНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОГРАММАХ «СЛУЖБА СОЛНЦА»

М.М.Мусаев, А.Г.Сеидов 31

ФИЗУЛИ И ЗВЕЗДНЫЙ МИР

Б.А.Гулузаде, Ф.А.Гурбанов, С.И.Керимова 35

АНАЛИЗ КРИВОЙ БЛЕСКА RY TAU

© 2010 г. Н.З. Исмаилов^{1,2}, А.Н.Адыгезалзаде¹¹ Бакинский Государственный Университет² Шамахинская Астрофизическая Обсерватория НАН Азербайджана
(e-mail: box1955n@yahoo.com)

В работе приведены результаты анализа сводной кривой блеска одной из классических звезд типа Т Тельца - RY Tau. Впервые показано, что в интервале 1983-1996 гг. блеск звезды в полосе V носит циклический характер. Анализ данных методом частотного спектрального фурье -анализа позволяет выделить период 377 ± 10 дней. Статистический анализ распределения блеска показал, что переменность блеска невозможно описать нормальным распределением. Построение кривой распределения энергии звезды показало, что в первом приближении кривую распределения энергии в спектре (РЭС) можно представить комбинированным излучением тел, с температурами 6000 К, 3000 К и 90 К. Предполагается, что изменение блеска звезды связано с присутствием дополнительных нестационарных тел в околозвездном окружении.

Ключевые слова: звезды, околозвездная материя, нестационарность, RY Tau

ВВЕДЕНИЕ

RY Tau является одной из классических звезд типа Т Тельца. После необычного увеличения блеска в V-полосе от 11^m до 9^m в 1983-1984 гг. [1-2] интерес к фотометрическим и спектральным исследованиям этой звезды значительно возрос. По анализу ранних фотографических данных за период 1900-1955 гг. было установлено, что наблюдаются два типа переменности блеска: 1) переменность с характерным временем около 10 лет и амплитудой 2^m - 3^m , 2) переменность с характерным временем год с амплитудой до 1^m [3]. Сводная кривая блеска, охватывающая период 1965-1985 гг. была проанализирована в работе Хербста [4]. В дальнейшем, поиски каких-либо периодических изменений блеска, как с коротким, так и с длинным периодом не увенчались успехом. Так, в наблюдениях Хербста и др. [5] обнаружены фотометрические периоды 5.6 дней с достоверностью всего 10%, и период 66 дней. В последующей же работе [6] показано, что из-за частых иррегулярных изменений блеска звезды по фотоэлектрическим наблюдениям существование этих периодов не подтверждается. К тому же, звезда имеет относительно большую скорость вращения - $v_{\sin i} = 50$ км/сек [7, 8], поэтому период 66 дней

не может быть реальным периодом осевого вращения звезды.

В разных состояниях блеска почти не меняется показатель цвета звезды. Зависимость блеска от цвета подробно не изучена, хотя в отдельные моменты наблюдается некоторое подобие со звездами UX Ori: при ослаблении блеска от $V=9.5^m$ до 10.0^m цвет слегка краснеет [9-11].

Спектральный класс звезды определен как K1e IV-V (Li) [12] и K1 [13], а позже, как G2 [14] и G0V [15]. Звезда имеет слабую степень вуалирования в видимой области спектра (<0.1) [16], а в фиолетовой части вуалирование не наблюдается [17]. Эквивалентная ширина линии H_α около $20 \text{ \AA}$, а линия H_β находится либо частично в эмиссии, либо в абсорбции [15]. Профиль линии H_α показывает изменение со временем за сутки с абсорбцией на красном или фиолетовом крыле линии (см. например, [2, 18, 19]). По данным разных авторов изменение потока в линии H_α с изменением блеска носит противоречивый характер.

По сравнению с другими звездами типа Т Тельца, у RY Tau наблюдается относительно высокая степень поляризации - 1-2%. Переменность линейной поляризации была впервые установлена в [20], и подтверждена в работе [21]. Зависимость линейной поляризации от длины волны говорит о том, что поляризация возникает в околозвездной

пылевой оболочке, далеко от излучающего газа. Как показано в [22], степень поляризации растет при ослаблении блеска.

По данным [23] распределение энергии в спектре (РЭС) RY Tau имеет плоскую форму в ИК-диапазоне, а также имеется сильный избыток в миллиметровом континууме [24].

В работе Петрова и др. [25] приведены результаты комплексных наблюдений звезды. Авторы показали, что основная причина переменности RY Tau может быть объяснена затмением звезды околозвездными газопылевыми облаками. На основании анализа УФ-спектра звезды Ламзин [26] показал, что эмиссионные линии RY Tau не могут образоваться в гидростатически равновесной хромосфере, а причиной их образования является аккреция из околозвездного вещества.

Целью настоящей работы является проведение анализа сводной кривой блеска звезды RY Tau по многочисленным фотометрическим данным, охватывающим большой период времени наблюдений.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

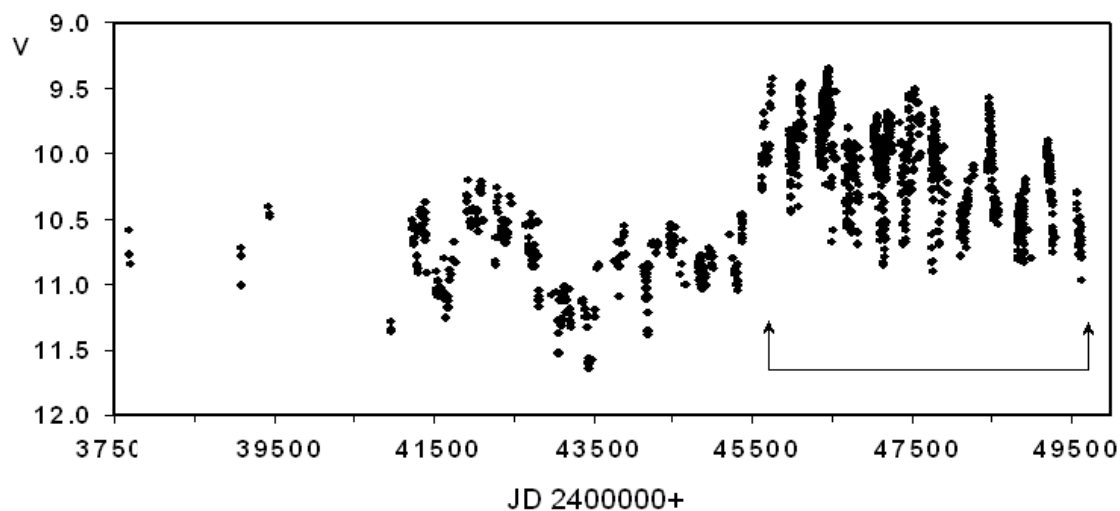


Рис.1. Сводная кривая блеска RY Tau. Стрелками выделена область после 1983/1984 гг активности.

выделенный нами на Рис.1 стрелками, изменение блеска звезды стало носить циклический характер.

Для выполнения статистического фурье-анализа нами был применен метод Скаргла [29], позже усовершенствованный в [30]. С

Сводная кривая блеска RY Tau была построена по данным наблюдений разных авторов, накопленных в базе данных Веслеянского университета [27]. Всего для анализа было использовано около 1500 UBV индивидуальных измерений, полученных в 1962-1995 гг.

На Рис.1 приводится сводная кривая блеска звезды. Как видно, до необычного увеличения блеска в 1983 г. блеск звезды носит иррегулярный характер: меняются и сезонные амплитуды, и среднее значение блеска. Такой характер переменности блеска позволяет отнести RY Tau к IV фотометрическому типу переменности по нашей схеме классификации [28]. Согласно результатам наблюдений Петрова и др. [25] и в 1996 г. блеск звезды так же, как и в период, после 1983 г., продолжал колебаться в интервале $9.^m5-10.^m8$. Как уже было отмечено многими авторами, после необычного повышения блеска с 1983 г., характер изменения блеска звезды несколько изменился: наблюдались колебания с амплитудой более 1^m с характерным временем 300-400 *суток*. На этом участке кривой блеска,

применением данного метода частотного анализа можно ознакомиться в работе [31].

Как отмечено во многих исследованиях, поиск периодической составляющей блеска звезды к настоящему времени не привел к определенному положительному результату. Как видно из Рис.1, хотя в отдельные периоды

времени наблюдаются циклические изменения блеска, по-видимому, вследствие случайных изменений происходит искажение цикличности. Исходя из вышесказанного, мы разбили кривую блеска на отдельные участки с разным количеством данных, и для каждого из массивов поиск периода был проведен отдельно. Анализ показал, что среди выделенных массивов данных, более приемлемым для проведения статистического спектрального анализа является отмеченная нами область на Рис.1. На Рис.2 приведен отдельно выделенный участок кривой блеска RY Tau, охватывающий период наблюдений JD 2445500-2450000.

Из Рис.2 видно, что наблюдаются отдельные повторяющиеся области на кривой блеска с амплитудой около $1^m-1.^m5$. Например, начиная с JD 24480000, явно выделяются ветви на кривой блеска, соответствующие

монотонному увеличению или ослаблению блеска звезды. Если выделить ветви убывания или возрастания блеска и найти приблизительное среднее значение времени, за которое происходит такое изменение, можно выделить характерное время таких изменений на этом участке.

Мы условно выделили 6 таких ветвей по увеличению, и столько же по ослаблению блеска. На Рис.2 показаны эти интервалы параметрами **a** (разность времени между ближайшими ветвями ослабления блеска), **b** (разность времени между ближайшими ветвями увеличения блеска), **c** (разность времени между ближайшими ветвями ослабления и увеличения блеска).

Во втором и четвертом столбцах приводятся разности дат между ближайшими ветвями одинакового типа, а также разность между ближайшими

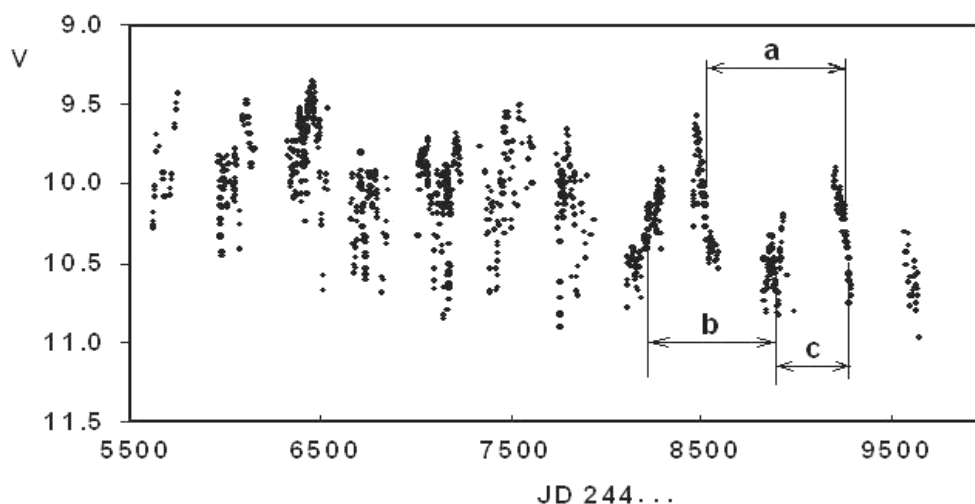


Рис.2. Выделенный фрагмент из кривой блеска RY Tau.

ветвями различного типа. Как отсюда видно, мы получили примерно одинаковые средние значения этих разностей для параметров $a = 716$ дней и $b = 720$ дней. Параметр $c = 347$ дней. Спектр мощности и окна были построены в области частот $0 - 1 \text{ d}^{-1}$, с шагом 0.00005 d^{-1} . На всем интервале частот наблюдается лишь один максимальный пик соответствующий частоте $0.00265 \pm 0.00005 \text{ d}^{-1}$, что соответствует $P = 377 \text{ d} \pm 10^{\text{d}}$. Наибольшие

значения спектра мощности нами были получены в интервале частот $0-0.1 \text{ d}^{-1}$. На Рис.3 приведен фрагмент спектра мощности для области частот $0 - 0.1 \text{ d}^{-1}$ и отдельно для $0-0.01 \text{ d}^{-1}$. Выделенный пик на Рис.2 отмечен стрелкой и имеет достоверность около 80%.

На Рис.4 приводится тот же выделенный фрагмент кривой блеска звезды, на который была наложена

синусоида с периодом 377 дней. Вертикальные видно из этого рисунка, первые три линии проведены через каждые 377 дней. Как

Табл. 1. К анализу кривой блеска RY Тау

JD2440000+ Ветви увеличения блеска	Разность в ветви увеличения блеска (b)	JD2440000+ Ветви ослабления блеска	Разность в ветви ослабления блеска (a)	Разность в соседних ветвях, (c)
9591	697	9271	748	320
8894	676	8523	738	371
8218	783	7785	637	433
7435	703	7148	748	287
6732	725	6400	731	332
6007		5669		338
Среднее	716.8		720.4	347

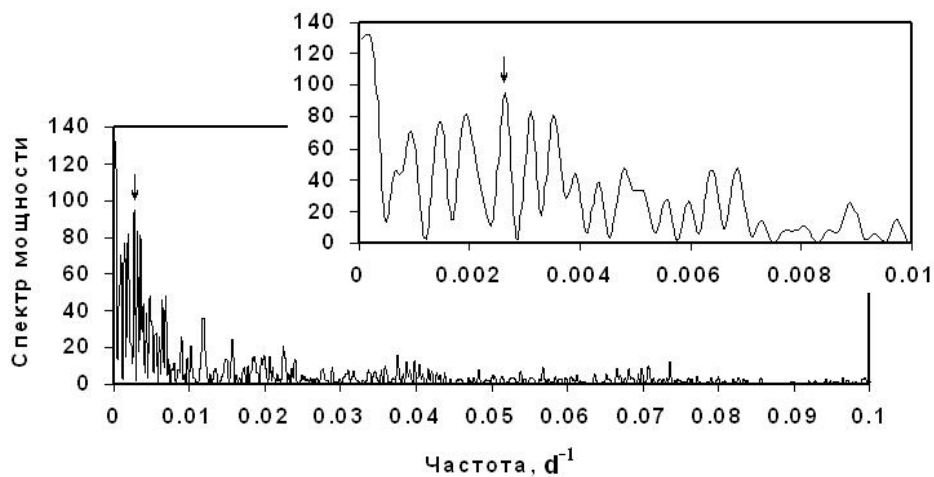


Рис.3. Спектр мощности, построенный по V –величинам, полученным в JD 2445500-2450000. Стрелками отмечено местоположение пика, соответствующего периоду 377 ± 10 дней. Верхняя панель приводится в увеличенном масштабе интервала частот 0-0.01 d⁻¹.

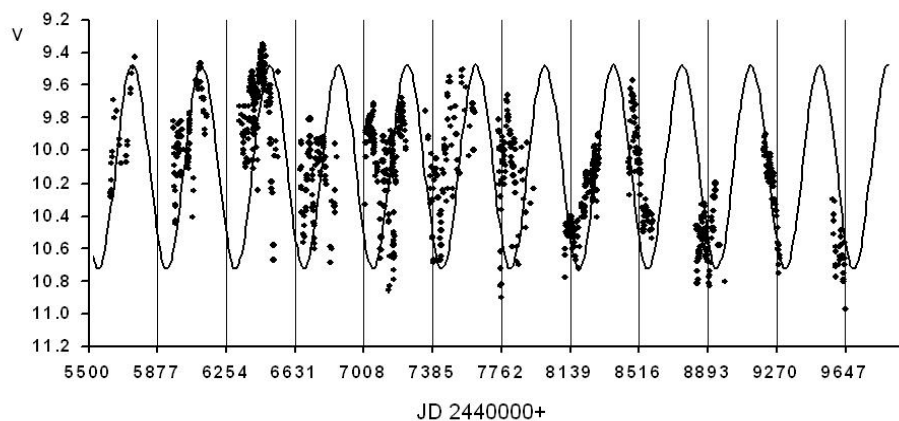


Рис.4. Фрагмент кривой блеска звезды, на который наложена синусоида с периодом 377 дней. Вертикальные линии проведены с интервалом 377 дней.

максимума и последние 5 минимумов на кривой блеска показывают удовлетворительное согласие с наблюдениями. Отклонение от синусоиды наблюдается только в интервале JD 2446631-2447762, где находятся 4 минимума. Заметим, что даже и на этом участке большинство точек показывают неплохое согласие с синусоидой.

Мы свернули выделенный интервал кривой блеска с элементами $\text{Min} = \text{JD } 2447759.391 + 377\text{E}$, который приведен на Рис.5. Как отсюда видно, для подавляющего большинства наблюдений за JD 2445500-245000 получена удовлетворительная картина периодичности. Асимметрия в максимуме

блеска относительно фазы 0.5 может возникать вследствие того, что нормаль плоскости диска составляет угол к лучу зрения значительно меньше, чем 90° . В работе [25] предполагается, что угол нормали к лучу зрения составляет около 90° .

На Рис.6 приведены графики зависимости цветовых показателей в разных состояниях блеска звезды. Как отсюда видно, с ослаблением блеска до $V=10.^m25$ цвет U-V также увеличивается, и звезда немного краснеет, а при более слабом состоянии блеска наблюдается небольшое уменьшение этого цвета, звезда голубеет. Аналогичная картина, хотя и с гораздо меньшим разбросом наблюдается и для цвета B-V.

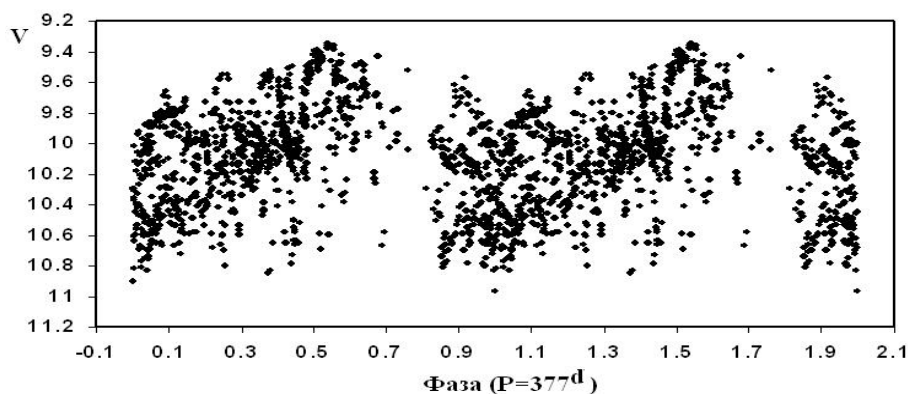


Рис.5. Фазовая кривая блеска RY Тау для выделенного участка

На Рис.7 приведены диаграммы распределения блеска в зависимости от количества наблюдаемых состояний блеска. По ординате приведено отношение N_i количества измерений в данном состоянии к общему количеству измерений в данной полосе N . По оси абсцисс приводится количество интервалов с шагом $0.^m1$. Начало этой шкалы соответствует максимально яркому значению звездной величины звезды в данной полосе. На Рис.7, а также в Табл.2 приводится общий интервал изменений блеска в каждой полосе. В Табл.2 также приведены: средние значения блеска в каждой полосе, общее количество измерений, амплитуда изменения блеска и ее дисперсия от среднего значения. В каждой диаграмме начальный номер 1 абсциссы соответствует

наиболее яркому состоянию блеска, а последующие номера уменьшаются с шагом $0.^m1$, каждой из полос UBВ. Кроме того, согласно диаграммам, приведенным на Рис.7, в Табл.2 приведены значения блеска, соответствующие максимальному количеству состояний блеска в отдельных полосах и в скобках относительное количество таких состояний. Из диаграмм, приведенных на Рис.7 видно, что блеск звезды является совершенно неустойчивым в любой из рассмотренных полос, и относительное количество одинаковых состояний не превышает даже 10%. Кроме того, каждое из этих распределений блеска имеет асимметричный вид. Это особенно заметно в полосах В и V, в которых наблюдаются два максимума, т.е. двух более устойчивых

состояний блеска. Это указывает на то, что процесс изменения блеска не представляет собой статистически случайного нормального распределения, а по сути, происходит в результате определенных закономерных, возможно периодических внешних факторов.

КРИВАЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Для построения кривой распределения энергии в спектре (РЭС) звезды нами

использованы фотометрические данные, приведенные в работе [32]. Эти данные были собраны по наблюдениям разных авторов и по результатам внеатмосферных наблюдений в ИК-части спутником IRAS. В Табл.3 приведены результаты усредненных данных широкополосной фотометрии. Следуя [33] звездные величины были исправлены за межзвездное покраснение для диапазона 0.36-5 мкм.

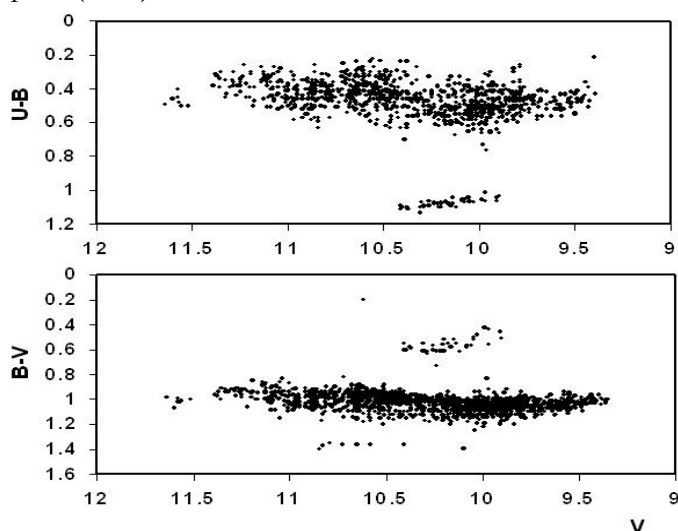


Рис.6. Зависимость цветных показателей от блеска RY Tau.

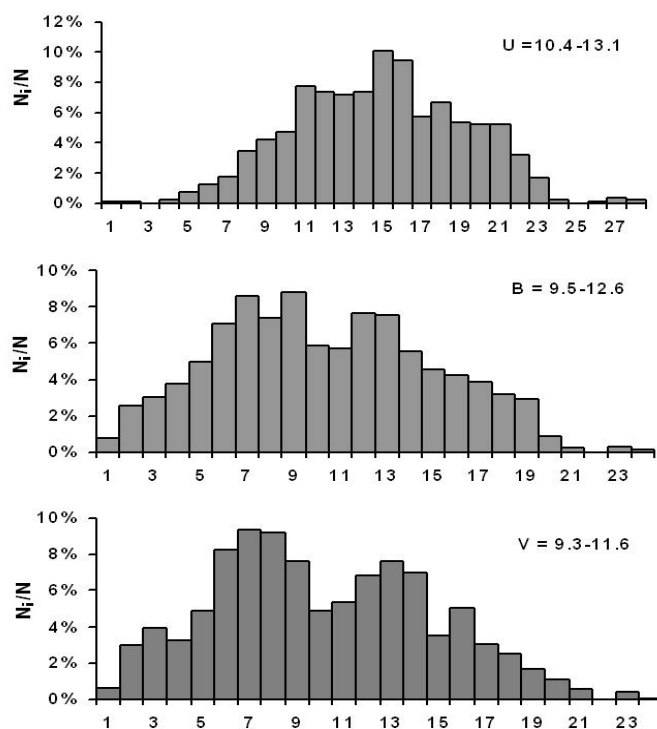


Рис.7. Диаграммы распределения блеска в полосах UBV.

Табл. 2. Фотометрические параметры звезды RY Tau

	U	B	V
Интервал переменности	9.47-13.13	9.5-12.6	9.35-11.64
Амплитуда	3.66	3.10	2.29
Среднее значение	11.84	11.28	10.27
Дисперсия	0.19	0.21	0.21
N (количество измерений)	1017	1498	1503
Максимум по распределению	11.8 (10.1%)	11.1 (8.8%)	9.9 (9.4%)

Величина покраснения становится меньше 1% после 5 мкм. Были использованы средние кривые межзвездного покраснения по формулам перехода, которые приведены в [34]. Для перевода имеющихся звездных величин в средние абсолютные потоки в каждой отдельной фотометрической полосе использованы абсолютные потоки звезды со спектральным классом A0V (см. Табл. 20 в [35]). Тогда зная наблюдаемые звездные величины в соответствующих фотометрических полосах, мы построили распределение энергии звезды в абсолютных потоках. Для перехода в потоки была использована формула

$$\log F^* = \log F_0 - \frac{m^*}{2.512},$$

где F^* - поток излучения в спектре звезды, F_0 - поток излучения стандартной звезды A0V, m^* - наблюдаемая звездная величина исследуемой звезды. Такой перевод в потоки был осуществлен по всем фотометрическим полосам, приведенным в Табл.3. После получения распределений энергии в абсолютных потоках они были нормированы относительно максимума интенсивности излучения. Полученные кривые РЭС были сопоставлены со спектрами излучения абсолютно черного тела (АЧТ) и при

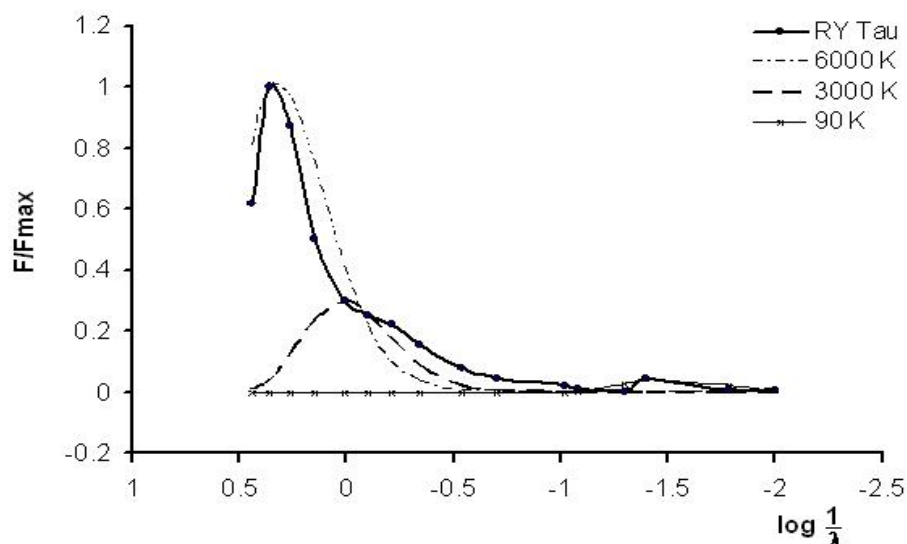
наилучшем согласии кривых РЭС звезды и АЧТ определялись соответствующие данному излучению температуры. В работе Исмаилова и др. [36] подробно изложен указанный метод построения РЭС для молодых звезд. В видимой части спектра этот метод позволяет определить эффективную температуру звезд с точностью ± 200 К, а в ближней и дальней ИК-части от ± 100 до ± 50 К, соответственно.

На Рис. 8. приведена кривая РЭС звезды в интервале 0.36-100 μm . Там же приводятся кривые АЧТ, соответствующие температурам 6000 ± 200 К, 3000 ± 150 К и 90 ± 100 К. Как видно из Рис.1, кривую РЭС звезды можно удовлетворительно описать как комбинированное излучение соответствующее, по крайней мере, трем температурам излучения. Согласно данным [12, 13], спектральный класс звезды соответствует K1IV-V, по [14, 15] G2, по [37] G1-G2V. Первая кривая, соответствующая температуре 6000 К, по-видимому, согласуется с тем, что спектральный класс звезды соответствует G1-2.

Природа источников, с температурами 3000 К и 90 К остается неясной. Первая из этих температур определена по максимуму излучения, соответствующая длине волны около 1 μm . Вторая температура, может быть, относится к излучению околозвездной пыли.

Табл. 3. Данные широкополосной фотометрии RY Tau, приведенные в работе [32]

Звезда	U	B	V	R	I	J	H	Sp	T eff
RY Tau	11.7	11.25	10.22	9.53	8.8	7.53	6.46	K1-G2	5000-6000 K
Av	K	L	M	N	Q	K-12	K-25	K-60	K-100
1,84	5.49	4.29	3.38	1.07	-	4.97	6.97	8.38	9.24

Рис.8. Кривая РЭС RY Tau, построенная в интервале 0.36-100 μm .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ кривой блеска звезды показал, что после вспышки 1983 года изменение блеска звезды в видимой части спектра стало носить циклический характер. В интервале времени 1983-1995 гг. блеск звезды характеризуется колебаниями с амплитудой около $\Delta V \sim 1^m$ с характерным временем более 300 дней. Проведенный фурье анализ показал, что в этом интервале времени выделяется период $P = 377 \pm 10$ дней. В указанном интервале кривой блеска (Рис.4) из 11 имеющихся максимумов 3 в начале и 4 в конце цикла хорошо описываются найденным нами периодом. У 4-х максимумов, наблюдается искажение картины периодичности. Это свидетельствует о том, что существуют неперiodические составляющие изменении блеска.

Показатели цвета U-B и B-V не показывают значительных изменений от блеска V. По данным Петрова и др. [37] абсорбционный спектр звезды не показывает изменений в

разных состояниях блеска. Оба этих фактов свидетельствуют о том, что переменность блеска звезды связана с внешним фактором – околозвездным веществом. Заметим, что такое свойство звезды RY Tau характерно для звезд типа UX Ori, у которых изменение блеска чаще всего объясняется затмением звезды околозвездным газопылевым веществом.

Диаграммы распределения блеска показали, что блеск звезды сильно меняется, и во всех фотометрических полосах UVB показывает отклонение от нормального распределения.

Построенная нами кривая РЭС звезды RY Tau показала, что главный источник имеет температуру около 6000 K. Мы считаем, что это скорее соответствует температуре главной звезды системы со спектральным классом G1-G2, что неплохо согласуется с данными других авторов. Вторая температура, соответствующая 3000 K, обнаруженная по избытку излучения около $1 \mu\text{m}$, свидетельствует о том, что в системе имеется дополнительный источник излучения.

Температуру 90 К может иметь пылевая составляющая околозвездной материи.

Таким образом, в данной работе можно сделать следующие выводы:

1. В период времени 1983 - 1995 гг. изменение блеска звезды RY Tau носит периодический характер, но местами наблюдаются отклонения. Обнаружен период $P=377\pm10$ дней с амплитудой $\Delta V \sim 1^m$.
2. Цветовые показатели U-B и B-V слабо зависят от изменений блеска V. Амплитуды изменения блеска по отдельным полосам составили $3.^m66$ в V ($9.^m47-13.^m13$), $3.^m10$ в B ($9.^m5-12.^m6$) и $2.^m29$ в V ($9.^m35-11.^m64$) полосах, соответственно.
3. Блеск звезды является совершенно неустойчивым в любой из рассмотренных

UBV полос, и относительное количество одинаковых состояний не превышает даже 10%. Кроме того, каждое из этих распределений блеска имеет асимметричный вид, что может быть результатом неслучайных процессов.

4. По РЭС определена температура главной звезды системы, равная 6000 ± 200 К, что соответствует спектральному классу G1-G2. Температура 90 К соответствует излучению пылевой составляющей околозвездной материи. Вторая температура, соответствующая 3000 К и обнаруженная по избытку излучения около $1 \mu m$ свидетельствует о том, что в системе имеется дополнительный источник излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Herbst W., Stine P.C. Photometric variations of Orion population stars. III - RY Tau, T Ori, NV Ori, and HH Aur. **Astron.J.** 1984, v.89, p.1716-1720.
2. Зайцева Г.В., Колотилов Е.А., Петров П.П., Тарасов А.Е., Шенаврин В.И., Щербаков А.Г., Яркое состояние RY Tau - Спектроскопия и фотометрия. **Письма в АЖ**, 1985, т. 11, 271-277.
3. Beck T.L., Simon M. The Variability of T Tauri, RY Tauri, and RW Aurigae from 1899 to 1952. **Astron.J.** 2001, v.122, p. 413-417.
4. Herbst W., T Tauri variables, **Publ.Astron.Soc.Pacif.** 1986, v.98, p.1088-1094.
5. Herbst W., Booth C.F., Koret D.L. Photometric variations of Orion population stars. V - A search for periodicities. et al. **Astron.J.** 1987, v.94, p.137-149.
6. Herbst W., Koret D.L. Rotation periods of four T Tauri stars. et al., **Astron. J.** 1988, v.96, p.1949-1955.
7. Hartmann L.W., Stauffer J.R. Additional measurements of pre-main-sequence stellar rotation. **Astron.J.** 1989, v.97, p. 873-880.
8. Bouvier J. Rotation in TTS.II. Clues for magnetic activity. **Astron.J.** 1990, v.99, p. 946-964.
9. Zajtseva G.V. Color characteristics of irregular variable stars. **Astrofizika.** 1986, v.25, p. 471-483.
10. Gahm G.F., Gullbring E., Fischerstrom C. A decade of photometric observations of young stars - With special comments on periodicities. et al., **Astron.Astrophys. Suppl. Ser.** 1993, v.100, p. 371-393.
11. Eaton N.L., Herbst W. An Ultraviolet and Optical Study of Accreting Pre-Main-Sequence Stars: Uxors. **Astron.J.** 1995, v.110, p. 2369.
12. Herbig G.H. Radial velocities and spectral types of T Tauri stars. **Astron.J.** 1977, v.214, p. 747-758.
13. Cohen M., Kuhl L.V. Observational studies of pre-main sequence evolution. **Astron.J. Suppl.Ser.**, 1979, v.41, p.743-843.
14. Cabrit S., Edwards S., Strom S.E., Strom K.M. Forbidden-line emission and infrared excesses in T Tauri stars: **Astron.J.** 1990, v.354, p. 687-700.
15. Рустамов Б.Н. Спектральное исследование звезд типа Т Тельца и фуоров. Автореферат канд.диссертации, Баку, 2003.
16. Hartigan P., Edwards S., Ghandour L. Disk Accretion and Mass Loss from Young Stars. **Astrophys.J.** 1995, v.452, p.736.
17. Valenti J.A., Basri G., Johns C.M. T Tauri stars in blue. **Astron.J.** 1993, v.106, p.2024-2050.
18. Johns C.M., Basri G. Hamilton Echelle Spectra of Young Stars. II. Time Series Analysis of H(alpha) Variations. **Astron.J.** 1995, v.109, p. 2800.
19. Исмаилов З.А., Рустамов Б.Н. Наблюдение линии H α в период повышенного блеска звезды. **Письма в АЖ**, 1987, т.13, с. 51-55.
20. Vardanyan R.A. The polarization of T and RY Tau. **Soobshch. Byurak. Obs.**, 1964, v.35, p. 3-23.
21. Serkowski K. Changes in Polarization of T Tauri Stars. **Astrophys.J.** 1969, v.156, p. 55.
22. Efimov Yu.S. Polarimetric Observations of RY Tauri and T Tauri. **Peremennye Zvezdy.** 1980, v.21, p. 273.
23. Bertout C., Basri G., Bouvier J. Accretion disks around T Tauri stars. **Astrophys.J.** 1988, v.330, p. 350-373.
24. Beckwith S.V.W., Sargent A.L., Chini R.S., Gusten R. A survey for circumstellar disks around young stellar objects. **Astron.J.** 1990, v.99, p.924-945.
25. Petrov P.P., Zajtseva G.V., Efimov Yu.S. et al., **Astron.Astrophys.** 1999, v.341, p. 553-559.

26. Ламзин С.А. Анализ HST УФ спектров звезд типа Т Тельца: RY Tau и HD 115043 . **Письма в АЖ**, 2000, т.26, с. 683-694.
27. 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.
28. Исмаилов Н.З. Новая схема классификации кривых блеска молодых звезд. **Астрон.Журн.** 2005, т.82, с. 347-354.
29. Scargle J.D. Studies in Astronomical Time Series Analysis. II. Statistical Aspects of Spectral Analysis of Unevenly Spaced Data. **Astron.J.** 1982, v.263, p. 835-853.
30. Horne J.H., Balinas S.L. A Prescription for period analysis of unevenly sampled time series, **Astron.J.** 1986, v.302, p. 757-763.
31. Ismailov N.Z., Quliyev N.K., Khalilov O.V., Herbst.W. Periodic variability in the emission spectrum of T Tauri **Astron.Astrophys**, 2010, v. 511, p.131.
32. Kenyon, S.J., Hartmann, L. Pre-Main-Sequence Evolution in the Taurus-Auriga Molecular Cloud. **Astrophys.J. Suppl. Ser.**, 1995, v. 101, p. 117-171.
33. Rostopchina A.N., Grinin V.P., Okazaki A., The P.S., Kikuchi S., Shakhowskoy D.N., Minikulov N.Kh. Dust around young stars. Photopolarimetric activity of the classical Herbig Ae/Be star RR Tauri. **Astron.Astrophys.**, 1997, v.327, p.145-154.
34. Rieke G.H., Lebofsky M.J. The interstellar extinction law from 1 to 13 microns **Astron.J.** 1985. v. 288, p. 618-621.
35. Страйжис В.Л. Многоцветная фотометрия звезд. Вильнюс, Москва, 1977, с. 105-107.
36. Исмаилов Н.З., Шустарев П.Н., Алимарданова Ф.Н., Алиева А.А. Поиск долгопериодических изменений блеска и спектра молодых звезд. **Астрон. Журн**, 2009, т.86, №7, с. 694-701.
37. Petrov P.P., Zajtseva G.V., Efimov Yu.S., Duemmler R., Ilyin I.V., Tuominen I., Scherbakov V.A. Brightening of the T Tauri star RY Tau in 1996. **Astron.Astrophys.** 1999, v.341, p.553-559

Поступила 21 мая 2010г.

RY TAU ULDUZUNUN İŞİQ ƏYRİSİNİN TƏHLİLİ

İsmayılov N.Z., Adıgözəlzadə H.N.

İşdə klassik T Buğa tipli ulduzlardan biri olan RY Tau ulduzunun ümumi işıq əyrisinin təhlilinin nəticələri verilir. İlk dəfə olaraq göstərilmişdir ki, 1983-1995-ci illərdə ulduzun parlaqlığı V-zolaqda dövrü xarakter daşıyır. Verilənlərin statistik spektral Furiye analiz metodu ilə işlənməsi $P=377\pm 10$ günlük periodu aşkar etməyə imkan vermişdir. UBV zolaqlarda parlaqlığın paylanma əyrilərinin statistik təhlili göstərmişdir ki, alınmış paylanmaları normal paylanma ilə təsvir etmək mümkün deyil. Qurulmuş spektral enerji paylanma əyrilərinə əsasən göstərilmişdir ki, ilk yaxınlaşmada bu paylanma temperaturları 6000 K, 3000 K və 90 K olan ən azı 3 cismin şüalanmasından ibarətdir. Güman olunur ki, ulduzun parlaqlığının dəyişməsi ulduzətrafi fəzada qeyri stasionar cisimlərin olması ilə izah oluna bilər.

Aparıcı sözlər: ulduzlar, ulduzətrafi materiya, qeyri-stasionarlıq, RY Tau

LIGHT CURVE ANALYSIS OF THE RY TAU

Ismailov N.Z., Adygezalade H.N.

In this paper results of the analysis of total light curve of the classic T Tauri type star RY Tau have been presented. For the first time it was shown that in the years 1983-1995 the brightness of the star in the V band became of cyclic character. Fourier spectral data analysis method enabled us to detect the period of variability of $P=377\pm 10$ days with high confidence level. Statistical analysis of the star brightness distribution in the UBV bands showed that the variability of brightness can not be explained with a normal distribution. The spectral energy distribution of the star was carried out and it was shown that there were as a minimum 3 objects with thermal radiations corresponding to the temperatures 6000 K, 3000 K and 90 K. It was supposed that these properties of the star may be the result of existence an additional non-stationary bodies in the circumstellar environment.

Key words: stars, circumstellar matter, non-stability, RY Tau

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ (T_{eff} , g) В ПЕКУЛЯРНОЙ И НОРМАЛЬНОЙ ЧАСТИ АТМОСФЕРЫ РАННИХ МАГНИТНЫХ V_p ЗВЁЗД

© 2010 г. С.Г. Алиев

Шаманская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана

В работе определены фундаментальные параметры T_e и $lg g$ для пекулярных и нормальных областей на поверхности магнитных V_p -звёзд. Для выявления неоднородностей поверхности исследуемых звёзд были построены фазовые зависимости интенсивностей линий пекулярных элементов, магнитного поля и блеска звёзд. Для определения T_e и $lg g$ были использованы эквивалентные ширины и профили линий H_α и H_γ . Получено, что эффективная температура T_e для аномальных и нормальных областей атмосферы отличается примерно на $\Delta T=500^\circ$.

Ключевые слова: магнитные звёзды, химическая пекулярность

ВВЕДЕНИЕ

Магнитные CP-звёзды расположены в пределах полосы главной последовательности (ГП) в широком интервале спектральных классов ВО-FO. Глобальные характеристики магнитных, химически пекулярных (MCP) звёзд (распределение энергии в спектре, интенсивности и профили водородных линий, фотометрические индексы и т.д.) не сильно отличаются от соответствующих характеристик нормальных звёзд ГП. Тем не менее, в отличие от нормальных звёзд, MCP-звёзды имеют следующие особенности: аномальное содержание различных химических (пекулярных) элементов в атмосфере, наличие мощного глобального, магнитного поля (B_e) и относительно малые скорости осевого вращения ($V \sin i$).

Твёрдо было доказано, что распределение пекулярных элементов (Si, Sr, Cr, Mn, He, Eu и т.д.) как по поверхности, так и по глубине атмосферы, у MCP-звёзд являются неравномерными и носят пятнистый характер [1]. Именно неравномерность распределения химических аномалий в атмосферах этих звёзд, наличие сильного ($B_e > 200 \text{ Гс}$) и, возможно, локально крайне неоднородного магнитного поля, препятствуют прямому применению методов определения фундаментальных параметров для MCP-звёзд.

Поэтому, для решения некоторых проблем в природе MCP-звёзд, в первом приближении, возможно использование более простой методики, основанной на проявлении многочисленных и переменных (пекулярных) особенностей их спектров.

Среди MCP-звёзд ранние (горячие $T_{\text{eff}} \geq 10\,000 \text{ К}$) магнитные V_p -звёзды замечательны тем, что обладая рядом особенностей, сходных с остальными химически пекулярными звёздами, в атмосферах многих из них обнаруживаются очень сильные аномалии второго по обилию элемента гелия $[N(\text{He})/N(\text{H})=0.1]$.

Линии нейтрального гелия (HeI) в спектрах нормальных V-звёзд с теми же температурами наиболее интенсивны после линий водорода Бальмеровской серии. Результаты спектральных наблюдений показывают, что по поведению линий гелия все магнитные V_p -звёзды разделяются на три группы:

- 1) с усиленными линиями He, которые обозначаются “Helium-rich” (He-R);
- 2) с ослабленными линиями гелия “He-Weak” (He-W);
- 3) с переменными линиями гелия.

Поскольку магнитные V_p -звёзды сравнительно молодые, то они должны иметь до 30% гелия по массе. Тем более поразительно его почти полное отсутствие

в атмосферах He-W звёзд. Кроме того, горячие магнитные B_p -звёзды демонстрируют наиболее быстрое вращение (точнее, его проекция на луч зрения $V \sin i \geq 100 \text{ км/с}$). Тогда как более холодные и менее массивные SrCrEu₆-звёзды вращаются со скоростями существенно меньшими ($V \sin i \approx 50 \text{ км/с}$), а средние скорости вращения нормальных звёзд класса A составляют примерно 100-150 км/с.

Из вышеизложенного следует, что как аномалии гелия в атмосферах, так и быстрое вращение, делают ещё более интересным исследование магнитных B_p -звёзд.

Цель работы - выявить наиболее аномальные части атмосферы, которые вносят большой вклад в наблюдения и определить фундаментальные параметры ($T_{\text{eff}} g$) для аномальной и относительно нормальной области на поверхности некоторых магнитных B_p -звёзд (см. Таб.1 в приложении).

Первичные необходимые сведения для отобранных магнитных B_p -звёзд приведены в Таб.1 (приложение) в 5-ых, 6-ых столбцах, где даются тип пекулярности по [2] и значения периодов P спектральной и фотометрической переменности соответственно, а для остальных не требуется пояснений.

МАТЕРИАЛЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ОБРАБОТКА

Спектральный материал, использованный в настоящей работе, был получен на 2м телескопе ШАО им. Н.Туси, в фокусах кудэ и кассегрена. К настоящему времени было получено большое количество высококачественных спектров ($4 \text{ } A^0/\text{mm}$) в двух вариантах:

- а) фотографической регистрации спектров на классических фотоэмульсиях;
- б) CCD-спектров, полученных с помощью ПЗС камеры.

Полученные материалы охватывают полный период каждой исследуемой звёзды, за исключением HD124224. Для этой звёзды

мы имеем 12 фотографических и 10 CCD - спектров. К сожалению, эти материалы не перекрывают полного периода этой звезды. Для этой цели были привлечены литературные данные, которые были взяты из [3]. В этой работе были использованы около 28 спектрограмм. Пять из них, полученные на спектрографе кудэ 2.6-метрового телескопа (ЗТШ) Крымской Астрофизической обсерватории с дисперсией $4 \text{ } A^0/\text{mm}$, были использованы в нашей работе. Эти спектры по качеству полностью соответствуют нашим спектрам, которые были получены на спектрографе кудэ 2м телескопа ШАО. Поэтому, при построении фазовых зависимостей эквивалентных ширин и лучевых скоростей, были использованы данные, полученные по спектрам ЗТШ.

Второй этап спектральных наблюдений проведен на эшелле-спектрометрах, установленных в фокусах кудэ и кассегрена 2м телескопе ШАО. В качестве приёмника излучения применялась CCD-матрица размером 530X580. Разрешение составляло $R=30\,000$, отношение сигнал/шум- $S/N=80-120$ в зависимости от длины волны. Обработка CCD- спектров проводилась по стандартной методике с использованием программы Dech 20 [4].

С целью сравнения и для контроля за стабильностью комплекса телескоп-приёмник были получены несколько спектров (4-6) стандартных В-звёзд (2 Cyg) HD182568 (B5), (α Del) HD196687 (B8) и (29 Vul) HD196724 (B9). Одновременно снимались темновой спектр, спектры плоского поля от лампы, спектры сравнения. Затем были получены спектры дневного поля для редукции CCD-спектров. Наблюдения проводились в течение 1-1.5 часов, с кратковременными экспозициями 3-5 минут.

По каждой из спектрограмм стандартных звёзд были выполнены измерения эквивалентных ширин W_λ и лучевых скоростей V_r для следующих спектральных

линий: HeI $\lambda 5875.6$, $\lambda 4713.14$, $\lambda 4471.5$; SiII $\lambda 5957.6$, $\lambda 5056.02$; CrII $\lambda 5237.7$, $\lambda 4558.6$; FeII $\lambda 6446.4$, $\lambda 4583.8$; MgII $\lambda 4481.4$, $\lambda 4390.6$. Результаты измерений показали, что среднеквадратичные отклонения от среднего по значениям W_λ составляют 4-8% в зависимости от интенсивностей линий. Среднеквадратичные отклонения по позиционным измерениям не превосходят $\pm 2 \text{ км/с}$.

ВЫЯВЛЕНИЕ НАИБОЛЬШИХ ХИМИЧЕСКИ АНОМАЛЬНЫХ (ПЕКУЛЯРНЫХ) ОБЛАСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ В_p-ЗВЁЗД

При определении фундаментальных параметров МСР -звёзд возникают серьёзные трудности, связанные с неравномерным распределением химических аномалий по поверхности и наличием сильного ($200 \leq B_c \leq 3500 \text{ Г}$) локально крайне неоднородного магнитного поля.

Результаты большинства работ по МСР-звёздам показывают, что пекулярность (аномалии) и мощность магнитного поля, локализованы только в очень небольшой части (меньше 20%) звезды - в её атмосфере в виде крупных пятен. Поэтому, для этих звёзд значения фундаментальных параметров, определённые из наблюдений (особенно T_e), зависят от ориентации оси вращения по отношению к лучу зрения. Отсюда следует, что определяемые средние значения фундаментальных параметров звёзд с (пятнистой) неоднородной поверхностью не соответствуют реальному значению ни в пятне, ни вне его. Чтобы избавиться от этой неопределённости, по-видимому, необходимо в первую очередь выявить наиболее аномальные области атмосферы, где концентрация пекулярных элементов и магнитного поля достигают максимального значения.

Для этого, согласно [1,5,6], необходимо провести комплексные исследования на основе спектральных, магнитных и фотометрических наблюдений, охватывающих полный период для рассматриваемых звёзд.

Для выявления пятнистой структуры у магнитных СР-звёзд существуют разные способы, с помощью которых определяют расположения отдельных пятен на поверхности звёзд и их координаты. В основе большинства из этих методов лежит процедура разделения наблюдаемых контуров линий на компоненты. К сожалению, такие исследования не всегда приводят к однозначным результатам [6].

Исходя из этого, нами был предложен и применен относительно простой метод, который позволяет определить фазы, соответствующие наиболее пекулярной (пятнистой) части на поверхности звёзд [5,6].

С этой целью во всех спектрограммах, охватывающих полный период каждой программной звезды, были измерены полные эквивалентные ширины W_λ (средние по всему диску звезды), полуширины $\Delta\lambda/2$, центральные глубины R_0 для линий водорода и пекулярных элементов (He, Si, Sr, Cr, Eu и т.д.). Одновременно измерены и лучевые скорости V_r по центру тяжести линий этих элементов (без разделения на компоненты). Таблица, содержащая список большинства обработанных линий, приведена в [6]. Она занимает много места, поэтому мы не приводим её в этой статье.

С целью сравнения были обработаны те же выбранные линии в спектрах нормальных звёзд ($\alpha \text{ Del}$, 2 Cyg). Для каждой исследуемой звезды были построены фазовые зависимости измеренных параметров W_λ , $\Delta\lambda/2$, R_0 и V_r для линий водорода и пекулярных элементов (см. Рис. 3, 4 в работе [6]).

Сравнение фазовых кривых показало, что в спектрах каждой звезды большинство линий меняются синфазно, в пределах точности

измерений ($\Delta\varphi=\pm 0.05$). Тем не менее, в спектрах одной и той же B_p -звёзды не наблюдается единообразие в поведении линий различных элементов.

Практически, в спектрах исследуемых B_p -звёзд, линии гелия (He) меняются вне фазы (почти противофазно) с линиями остальных пекулярных элементов. В спектрах HD19832 и HD124224 все наблюдаемые линии водорода балмеровской серии меняются синфазно с линиями HeI. У более ранней звезды HD34452 линии HeI, MgII и CaII меняются синфазно, а линии FeII меняются вне фазы. Интенсивности линий всех пекулярных элементов, за исключением HeI, значительно (5-10 раз) усилены в спектре HD34452, по сравнению с нормальной звездой 2Cyg ($T_0=16500^0\text{ K}$).

С целью выявления аномальных областей были привлечены результаты магнитных и фотометрических наблюдений, которые были проведены разными авторами для исследуемых нами МСР-звёзд. Фотометрические наблюдения были проведены в системах UBV, uvby и 10-ти цветной фотометрии [7-10], а для магнитного поля B_e брались из наблюдений [11].

На основе этих наблюдений для каждой звезды были построены фазовые зависимости блеска (в разных лучах) и интенсивности магнитного поля (см. Рис. 1 - 4 в [12]).

Сравнение фазовых зависимостей интенсивности линий основных пекулярных элементов (по типу пекулярности), магнитного поля и блеска показывают, что фазы главных максимумов этих кривых совпадают в пределах точности определения $\Delta\varphi=\pm 0.05$. В этой фазе лучевая скорость доходит до нуля ($V_r=0$). Согласно теории наклонного пятнистого ротатора и результатам [5,6] фазы главных максимумов величин W_λ , B_e и блеска при $V_r=0$ соответствуют наиболее аномальным (пятнистым) областям, а фазы минимума относительно нормальных (Н) частей на

поверхностях исследуемых МСР-звёзд. Найденные значения фаз для пекулярных (Р) и нормальных (Н) частей атмосферы исследуемых звёзд приведены в последних колонках Табл.1 (приложение).

Следует подчеркнуть, что в выявленных аномальных областях, на поверхностях МСР-звёзд эквивалентные ширины пекулярных элементов, интенсивностей магнитного поля а также блеск звезд достигают максимального значения. Эти наблюдаемые факты однозначно указывают на то, что содержание пекулярных элементов, интенсивностей магнитного поля, блеск и соответственно температура в пекулярной части атмосферы существенно больше, чем для невозмущённой (относительно нормальной) части поверхности звезды.

Исходя из этого, для определения фундаментальных параметров мы детально обработали наблюдаемые материалы, которые соответствуют пекулярной (фазе максимума) и нормальной (фазе минимума) части атмосферы каждой звезды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ T_{eff} И lgg

Определение эффективной температуры T_{eff} и ускорения силы тяжести g являются начальными и основными этапами исследования каждой звезды. К настоящему времени опубликовано довольно много работ по определению температур МСР-звёзд. К сожалению, почти во всех этих работах при определении T_{eff} не учитывался эффект неоднородности (пятнистости) в атмосферах магнитных звёзд. В связи с этим мы решили определить параметры T_{eff} и g с учётом эффекта пятнистости (аномальной области с магнитным полем) у исследуемых B_p -звёзд, для которых были выявлены наибольшие аномальные области на поверхности этих звёзд (см. раздел 3 данной работы).

Для этого был использован метод

сравнения наблюдаемых профилей водородных линий H_α , H_γ с вычисленными Куруцом [13] (не -ЛТР модели с учётом эффекта бланкетирования). В наших кудэ-спектрограммах линия H_β не пригодна для точного исследования. Наблюдаемые профили H_α и H_γ измерены по нескольким (2-3) спектрограммам, относящимся к фазам аномальной (А) и нормальной (Н) части атмосферы для каждой звезды.

При сравнении профилей особое внимание было уделено лучшему совпадению в основных в крыльях, которые наилучшим образом аппроксимируют наблюдаемый профиль. Таким образом, значения величин T_{eff} и $\lg g$ находились с помощью сопоставления наблюдаемых и теоретических профилей линий H_α и H_δ для каждой звезды. Найденные значения этих (фундаментальных) параметров для аномальной (А) и нормальной (Н) частей на поверхности исследуемых МСР-звезд, приведены в столбцах 6-9 Табл.2 (приложение).

Из Табл.2 видно, что эффективная температура, полученная по профилям водородных линий H_α , H_γ , в аномальной части атмосферы значительно больше, чем относительно в нормальной области на поверхности каждой исследуемой звезды. Среди этих звезд разница температур для звезды HD 184905 получена намного ($\Delta T = 1500^\circ\text{K}$) больше, чем для других звезд ($\Delta T = \pm 400^\circ - 600^\circ\text{K}$). В основном это связано с тем, что характер изменения водородных линий бальмеровской серии носит различный характер [14]. Согласно этой работы амплитуды изменения для линий H_α , H_γ в спектрах HD 184905 значительно больше, чем у других исследуемых звезд.

Ошибки, возникающие при определении T_{eff} и $\lg g$ связаны с двумя факторами:

- а) ошибки модели;
- б) ошибки, которые возникают при сравнении наблюдаемых и вычисленных профилей.

Заметим, что ошибки измерений эквивалентных ширин линий H_α и H_γ (5-8%) существенно не влияют на результаты определения T_{eff} и g . Для оценки ошибки измерений использованы спектрограммы нормальных звезд $\alpha\text{Del(B8)}$ и 2Cyg(B5) . В результате для T_{eff} и $\lg g$ были получены $\Delta T = \pm 200^\circ\text{K}$ и $\Delta \lg g = \pm 0.25$.

С целью сравнения найденных нами значений T_{eff} и $\lg g$ с данными других авторов, они приведены в колонке 8, ссылки для которых указаны в последней колонке Табл.2. Из этой таблицы видно, что величины T_{eff} найденные для нормальной части атмосферы исследуемых звезд, почти совпадают с результатами других авторов, в пределах точности определений.

ОБСУЖДЕНИЯ И ВЫВОДЫ

В работе определены фундаментальные параметры T_{eff} и $\lg g$ в атмосферах магнитных B_p -звезд. В отличие от других исследований, при определении этих параметров учитывались неравномерные распределения химических аномалий в атмосферах исследуемых звезд. Построены фазовые кривые величин W_λ , B_c и V (блеск), которые позволили нам выявить наибольшие аномальные (пекулярные) части атмосферы на поверхности каждой звезды.

Для определения T_{eff} и $\lg g$ были использованы профили и эквивалентные ширины водородных линий H_α , H_δ , которые по разному изменяются с периодом вращения этих звезд. Для первых трёх звезд в Табл. 1 амплитуды изменения относительных интенсивностей высших членов (H_α - H_γ) серии Бальмера, по сравнению с низкими членами, очень малы.

Однако, в спектрах HD 184905 наибольшие изменения показывают линии H_α - H_δ , по которым определены фундаментальные параметры. Поэтому разницы температур между пекулярной и нормальной частями

атмосферы для трех звезд (Табл.1) получены намного меньше ($\Delta T \approx 500$ °K), чем для звезды HD 184905 ($\Delta T = 1500$ °K). Заметим, что различные методы определения эффективной температуры с использованием фотометрических индексов, распределений энергии или профилей водородных линий приводят к оценкам T_{eff} различающимися для каждой звезды примерно на 300-400°K. Одной из возможных причин может быть то, что это связано с неоднородностью поверхности и с наличием сильного переменного поля у исследуемых МСР-звезд.

Кроме того, недостаточно ещё исследовано влияние эффектов отклонения от ЛТР и бланкетирования водородных линий. Отмеченные здесь факторы требуют детального анализа с привлечением результатов комплексных спектральных, магнитных и фотометрических наблюдений. Исходя из этого, в следующей работе этой серии будут представлены результаты определения фундаментальных параметров на основе фотометрических наблюдений.

В результате выполненной работы можно

сформулировать следующие выводы.

1. В фазовых зависимостях величин W_{λ} , V_e и V (блеск) обнаруживаются несколько (больше двух) максимумов, в главных максимумах (т.е. наиболее глубоких) интенсивности линий пекулярных элементов, магнитного поля и блеск исследуемых магнитных B_p -звезд совпадают.

2. Фундаментальные параметры (T_{eff} и $\lg g$) для аномальных и относительно нормальных частей атмосферы существенно отличаются друг от друга.

3. Эффективная температура в пекулярной области примерно на 500°K больше, чем в нормальной части атмосферы горячих магнитных B_p -звезд, за исключением HD184905 для которой $\Delta T = 1500$ °K.

В заключении считаю приятным долгом выразить благодарность участникам семинара ШАО за критические замечания и А.А.Ганбарову за помощь при оформлении статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хохлов В. А. Магнитные звёзды. **Итоги науки и техники**. Астрономия, М. ВINITI 1983 С. 233-290.
2. Osawa K. Spectral classification and three-color photometry of A-type peculiar stars. **Ann Tokyo Astron. Obs.** 1965 v.9 Ser.2 p.123-144.
3. Кривошеина А. А., Рябчикова Т. А., Хохлова В. А. Распределение Si по поверхности кремниевой Ap-звезды CU Virginis. **Научн. Информ. Астросовет**. 1980 в.43 с.70-80.
4. Галазутдинов Г. А. Система обработки звёздных эшелле-спектров. **Препринт САО РАН** 1992, №92 с 3-34.
5. Алиев С. Г., Зейналов С. Г. Изучение пятнистой структуры атмосферы у магнитной CP-звезды 56 Ari. **Изв. НАНА**, Сер. физ. астрон. 2006 №2 с. 222-228.
6. Алиев С. Г. Изучение неоднородности поверхностей магнитных CP-звезд. **Известия НАНА**, Сер. физ. и астрон. 2005 т.25. №5 с. 239-246
7. Абуладзе О. П. UBV фотометрия Ap-звезд. **Бюлл. Абаст. Астроф. Обс.** 1983 т.36 с.43-61.
8. Schonech W., Hildebrandt G., Fuvting W. Untersuchungen des lichtwechsels von zwölf Ap-sternen in zehn spek-tralbereichen. **Astron Nach.** 1976 Bd 297. H1. p. 39-59.
9. Musielok B. et.al. Ten Colour Photometry of twelve Ap-stars. **Astron Nachr** 1980 Bd 301, H.2. p.71-93.
10. Sokolov N. A. Spectrofotometrik behavior of CU Vir. **Astron. Astrophys.** 2000 Vd.353 P.707-714.
11. Borra E. F., Landstreet J. D. The magnetic Fields of the Ap stars. **Astron. J. Suppl.** 1980 v.42 p.421-445.
12. Алиев С. Г. Спектральные особенности магнитной CP-звезды SX **Астрон. Жур. Азерб.** 2006 .№3-4 с.40-46.
13. Kurucz R. L. Model atmospheres for G, F, A, B and O stars **Astrophys. J. Suppl.** 1979 v.40 №1 p.1- 340.
14. Алиев С.Г. Разделение магнитных звезд на две группы по линиям водорода. **Астрономический Циркуляр**. Москва1986. № 1450 с.6-8.
15. Megessier C. Effektive temperatures and angular diameters of Ap-Bp Si stars and B and A normal stars.

- [U-b] and $(\Delta m_{2100})_0$ calibrations. **Astron. Astrophys. Suppl. Ser.** 1988 v. 72. p.551-562.
16. Lanz T. Effective temperature of Ap stars a comparison between several photometric estimators. **Astron. Astrophys.** 1985 v 144. p. 191-198.
17. Копылов И.М. Количественные спектральные индексы пекулярности CP-звезд верхней части

главной последовательности. **Астрофизические Исследования (ИЗВ.САО)** 1987. № 24. с.44-67

Поступила 12 апреля 2010 г.

DETERMINATION OF THE FUNDAMENTAL PARAMETERS (T_e , $\lg g$) IN THE PECULIARITIES AND NORMAL REGIONS OF THE ATMOSPHERES IN THE EARLY MAGNETIC B_p – STARS

S.H. Aliyev

In this paper fundamental parameters T_e , $\lg g$ for the peculiarities and normal regions on the surfaces of magnetic B_p – stars were found. For discovery of in-homogeneities on the surfaces of investigated stars there were build phase dependencies for intensity lines of peculiar elements, magnetic field and light of stars. For determination T_e and $\lg g$ there were used equivalent widths and profiles of lines of H_α and H_γ . It is revealed that effective temperatures T_e for the anomaly and normal regions of atmosphere differ about $\Delta T = 500^\circ$.

Key words: magnetic stars, chemically peculiar

İLKİN MAQNİT B_p -ULDUZ ATMOSFERLƏRİNİN PEKULYAR VƏ NORMAL OBLASTLARINDA FUNDAMENTAL PARAMETRLƏRİN (T_e , $\lg g$) TƏYİNİ

S.H.Əliyev

Bu işdə maqnit B_p - ulduzlarının səthində pekulyar və nisbətən normal oblastların fundamental parametrləri T_e və $\lg g$ təyin edilmişdir. Tədqiq edilən ulduzların səthində qeyribircinsliyi aşkar etmək üçün maqnit sahəsi, pekulyar element xətlərinin intensivliyinin və parlaqlığın faza asılılıqları qurulmuşdur. T_e və $\lg g$ -ni təyin etmək üçün H_α və H_γ xətlərinin profil və ekvivalent enlərindən istifadə edilmişdir. Nəticədə alınmışdır ki, atmosferin anomal və normal oblastlarının effektiv temperaturları təxminən $\Delta T = 500^\circ$ bir-birilərindən fərqlidirlər.

Aparıcı sözlər: maqnit ulduzları, kimyəvi pekulyarlıq

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1

№	HD Назв.	m_v	Sp МК	Тип Пек.	P	$V \sin i$	Be	ϕ	
								A	H
1.	19832 56 Ari	5.60	B8 B9	Si 4200	0.728	140 175	-350/+550	0.30	0.00
2.	34452 IQ Aur	5.40	B4 B6	Si 4200	0.466	85 65	+550/-600	0.65	0.00
3.	124224 CU Vir	4.90	B7 B8	Si, Sr, Cr	0.521	120	600/+1000	0.70	0.20
4.	184905	6.50	B7 B9	Si, Eu, Ca	1.845	50	~3000	0.70	0.35

Таблица 2

№	HD	Te		ϕ		ΔT	Te	Δg	Источник
		A	H	A	H				
1	19832	12800	12400	4.00	3.50	400	12600	0.5	15,17
2	34452	15500	15000	4.25	3.75	500	15650	0.5	15,16
3	124224	12800	12200	4.00	3.50	600	12700	0.50	3,15,17
4	184905	13000	11500	4.10	3.75	1500	10100	0.35	16

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗД-СВЕРХГИГАНТОВ В ШАО

© 2010 г. А.Р.Гасанова, А.М.Халилов, З.А.Самедов

Статья посвящена исследованиям звезд-сверхгигантов в Шамахинской Астрофизической Обсерватории (ШАО), в которых используются спектры, полученные на 2-метровом и других телескопах ШАО. Коротко описаны звезды сверхгиганты, их основные характеристики и место в звездной эволюции, а также практические и теоретические значения полученных научных результатов. Приведены важнейшие результаты сотрудников ШАО в области исследования сверхгигантов и дан список научных публикаций.

Ключевые слова: звезды сверхгиганты, компоненты поглощения и излучения, эквивалентная ширина, лучевая скорость

Согласно современным представлениям о звездной эволюции сверхгиганты относятся к таким звездам, которые уже прошли заметный путь в своем развитии. В центре этих звезд водород уже выгорел, и началось горение гелия и более тяжелых элементов. На некоторых этапах при переходе от главной последовательности к гигантам и сверхгигантам в звездах практически происходит полное перемешивание вещества. Поэтому, продукты ядерных реакций, идущих в центре звезд, могут появиться на их поверхности и изменить первоначальный химический состав. Исследования атмосфер нормальных звезд главной последовательности показали, что их химический состав заметно не отличается от солнечного. Поэтому, можно предположить, что наблюдаемые различия в химическом составе атмосфер сверхгигантов и Солнца обусловлены главным образом ядерными реакциями, которые проходят в центральных частях сверхгигантов. Таким образом, исследование аномалий химического состава атмосфер сверхгигантов представляет интерес с эволюционной точки зрения.

Ни одна область диаграммы Г – Р не содержит такого разнообразия звезд, как верхняя часть, в которой находятся звезды самой высокой светимости. Среди них особое место занимают звезды типа WR, горячие сверхгиганты и гипергиганты. Сверхгиганты относятся к плоской составляющей Галактики. Они являются молодыми звездами (возраст 10^6 – 10^8 лет).

На диаграмме Герцшпрунга – Рассела (Г-Р) все сверхгиганты были отнесены к классу светимости I и названы звездами наибольшей

светимости. Однако к этому же классу светимости относятся и звезды, сильно отличающиеся по абсолютной звездной величине, и поэтому этот класс делится следующим образом: I_b – сверхгиганты наименьшей светимости; I_{ab} , I_a , и I_{a+} – сверхгиганты наибольшей светимости.

Сверхгиганты имеют большие светимости ($M = -3^m$ – -8^m) и температуры от 32000°K до 3650°K для звезд спектральных классов от O8 до K2. В спектрах сверхгигантов представлены в основном линии следующих элементов: H, He, C, Na, Mg, Si, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, La, Ce, Pr и др. (ионы и нейтральные атомы). Следует отметить, что сверхгиганты не являются звездами самой высокой светимости, светимость звезд класса Of выше! Впервые звезды этого типа были открыты в Магеллановых Облаках, и в фундаментальной работе де Ягера [1] приводится десять таких звезд – сверхгигантов преимущественно спектральных классов В и А. Среди них упоминаются такие звезды как сверхгиганты: ρ Cas (F8 Ia), ζ Sco (B1 Ia), HR4337 (G0 Ia), HD 217476 = HR 8752 (G0 – G5 Ia), HD 119796=HR 5171 (G8 Ia), HD 160529 (A2 Ia), HD 8007 (B2 Ia) и др.

В сущности, все звезды высокой светимости, так или иначе, эволюционно связаны друг с другом. Звезды высокой светимости теряют массу непрерывно в результате внезапных катаклизмов, они совершают колебания или пульсируют, причем у таких разреженных гигантских объектов эти процессы часто протекают необычным образом.

Кроме того, звезды-сверхгиганты с протяженными атмосферами интересны тем,

что в их атмосферах наблюдается ряд аномалий. Это и изменение интенсивности и контуров спектральных линий (H_α , H_β , H_γ , HeI , $SiIII$, OII , CII и др.); наличие больших турбулентных и лучевых скоростей в абсорбционных и эмиссионных линиях различных элементов, в том числе и в UV-области спектра; низкие значения ускорения силы тяжести ($\lg g = 0.0-2.0$); некоторые аномалии в химическом составе. Исследование этих явлений необходимо для понимания физических условий и строения атмосфер звезд-сверхгигантов, а также характера эволюции этих звезд. Обнаружение нестационарных явлений в атмосферах сверхгигантов способствует также выявлению существования магнитных полей в их атмосферах.

Многие наблюдаемые особенности спектров сверхгигантов не находят пока ещё полного и ясного физического объяснения. В частности, недостаток систематических наблюдательных данных не позволяет выбрать тот или иной механизм накачки пульсаций и нестационарности атмосфер. Поэтому, полученные сведения о пульсационных свойствах или нерегулярных крупномасштабных движениях в сверхгигантах, как с точки зрения наблюдений, так и теории, более чем разноречивы.

В ШАО им. Н.Туси НАН Азербайджана исследование сверхгигантов проводилось с 1965 г. С.К.Зейналовым, под руководством А.А.Боярчука. Далее, с пополнением обсерватории молодыми кадрами, под руководством С.К.Зейналова исследованиями сверхгигантов стали заниматься А.М.Халилов, Е.Б.Зверова, А.Х.Рзаев, Ф.А.Мусаев, А.Р.Гасанова, Я.М.Магеррамов и др., на основе наблюдательных материалов, полученных в разные годы на телескопах ШАО - 700-мм (АЗТ-8), на 2-м телескопе, также на ОЗСП ВТА (6-м телескопе САО в РФ - Зейналов, Рзаев, Мусаев), 2.6-м телескопе КрАО в Украине (Гасанова, Халилов), Онджейховской обсерватории Астрономического института АН Чехословакии (Зейналов). В настоящее время основные телескопы снабжены современными приемниками излучения - ПЗС-матрицами.

Наблюдения и их обработка полностью компьютеризованы. По совместной программе между САО и ШАО, в течение 1980-1990 г.г. проводились систематические наблюдения О - F сверхгигантов и «убегающих» (звезд с высокими пространственными скоростями) звезд с целью выявления природы нестационарности их атмосфер и звездного ветра. Для многих программных звезд в некоторые сезоны наблюдения в течение месяца были получены по 15-20 спектрограмм. Такие ряды наблюдений позволяли обнаружить, как долгопериодические ($P \geq 30^d$), так и короткопериодические ($P = 1^d$) изменения лучевых скоростей и дифференциальных сдвигов линий [2].

Для звезд бегунов: α Cam (O9 Ia), HD 188209 (O9.7 Iab N) и 68 Cyg (O7.5 V) были получены короткопериодические изменения ($P \sim 1^d - 5^d$) лучевых скоростей линий, которые вызваны нерадиальными пульсациями, существующими в их атмосферах. Было отмечено, что обнаруженная физическая переменность О - звезд, аналогично таковой для звезды β Ser, существенно затрудняет задачу поиска релятивистских спутников у ОБ-бегунов. Для бегуна HD 12323 (ON9V) с избытком азота и большой z - координатой подтверждено наличие маломассивного спутника ($Q \leq 13$ при массе главной звезды $15 M_\odot$). В работе [3-6] выявлено, что звезда HD 12323 - массивная тесная двойная система в дорентгеновской фазе эволюции.

Гармонический анализ длительных рядов спектральных наблюдений с 1976 по 1988 гг. показал, что переменность лучевых скоростей линий у белых сверхгигантов HD 21389 A0 Ia и HD 21291 B9 Ia, вызваны комплексной пульсацией [7-12]. На долгопериодические нерадиальные колебания накладываются колебания в радиальных модах. Отметим, что для этих сверхгигантов детально исследованы изменения полей скоростей как со временем, так и с глубиной в атмосфере. Для них найдены стабильные значения параметров колебаний на длинном промежутке времени: периода, амплитуды и средних значений лучевых скоростей для разных слоев атмосферы. Было установлено, что в

атмосферах этих звезд существует стратификация лучевой скорости. Параметры колебаний, т.е. значения периода, амплитуды и среднее значение лучевой скорости линий различаются для разных слоев. Все эти значения увеличиваются от нижних слоев (где формируются линии He I) к верхним (где формируется линия H_{α}). Однако они постоянны для каждого слоя (где формируются разные линии или группа линий: He I, ионы, сильные линии Fe II, Mg II и Si II, высшие члены серии Балмера H_{α} , H_{β} , H_{γ}) на длительном временном промежутке с 1976 по 1988 гг. [12].

По 240 ПЗС-спектрам, полученным на кудэ-эшелле-спектрографе 2-м телескопа ШАО им. Н.Туси НАН Азербайджана в 1998-2000 гг., было исследовано изменение со временем лучевой скорости и профиля линии H_{α} в спектре α Cyg [13-15]. Исследование [14, 15] показало, что картина переменности лучевой скорости обусловлена нерадиальными пульсациями и различается для синей и красной половин профиля абсорбции. Для обеих половин профиля абсорбции параметры пульсации отличаются для разных уровней остаточной интенсивности. Для красной половины профиля абсорбции амплитуда и период увеличиваются от ядра в сторону крыла линии, а для синей, наоборот, уменьшаются. На синей половине профиля абсорбции наблюдаются абсорбционные детали. Их появление и исчезновение, а также незначительные миграции, свидетельствуют о клочковатой структуре оболочки звезды. Сходство характера переменности лучевой скорости абсорбционного и эмиссионного компонентов свидетельствует о том, что переменность последнего также обусловлена нерадиальными пульсациями. Таким образом, переменность звездного ветра в области его зарождения частично обусловлена нерадиальными пульсациями нижележащих слоев атмосферы. В целом, переменность позиционных и фотометрических характеристик абсорбционного и эмиссионного компонентов профиля свидетельствует о нестационарности и асимметричности ветра звезды.

На основе спектрограмм, полученных на 2-м телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории, были исследованы изменения профиля линии H_{α} в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 Her (F2 Ibe). Исследования показали, что абсорбционная линия H_{α} в зависимости от фазы неустойчивости атмосферы звезды состоит из одной и до трех синесмещенных компонент. Одна эмиссионная компонента постоянно наблюдается на красном крыле линии H_{α} [16]. Найдено, что значения лучевой скорости абсорбционного компонента, эквивалентные ширины абсорбционного и эмиссионного компонентов профиля линии H_{α} и блеск высокоширотного сверхгиганта 89 Her меняются синхронно, с периодом 283 дня [17-19]. Эти исследования также показали, что значения эквивалентной ширины спектральных линий металлов, наблюдаемых в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 Her, меняются со временем. Получено, что в период 1955-2005 гг в спектре сверхгиганта 89 Her смещение эмиссионного компонента V_{em} и первого компонента $|V_1^{ab}|$ абсорбции линии H_{α} происходят синхронно. Найденная корреляция между изменениями значений V_{em} и $|V_1^{ab}|$ линии H_{α} , позволяет предполагать, что эти параметры меняются под действием общего механизма.

На основе спектрограмм, полученных на 2-м телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории [17-19], а также по данным опубликованных работ других авторов в период 1955-2005 гг. найдено: превращение профиля линии H_{α} в профиль типа P Cyg; изменение числа абсорбционных компонентов от одного до трех; а также наличие градиента значений лучевой скорости абсорбционного компонента линии H_{α} в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 Her. Полученные результаты подтверждают предположение о внезапных неоднократных потерях массы в течение последнего пятидесятилетия, что очень хорошо согласуется с гипотезой о двойственности звезды 89 Her [20, 21].

Полученные результаты об изменении лучевой скорости профиля линии H^{α} в спектрах сверхгигантов могут способствовать изучению структуры и динамики

колеблющихся оболочек этих звезд, а также способствовать развитию теории звездных радиальных и нерадиальных пульсаций и выявлению их механизма.

В Шамахинской Астрофизической Обсерватории анализ химического состава звезд является одним из важнейших направлений исследований. Как известно, после 70-х годов происходило бурное развитие той области астрофизики, которая связана с построением моделей звездных атмосфер. Это было обусловлено широким внедрением компьютеров в астрофизическую практику. Параллельно с этим, в области исследования химического состава звезд происходил постепенный переход от старой методики, использующей кривые роста, к новому, более точному методу анализа, основанному на применении моделей атмосфер. В ШАО переход к современной методике начался в середине 80-х годов, и к настоящему времени методом моделей атмосфер здесь исследованы высокодисперсионные спектры многих звезд, принадлежащих к населению I.

Под руководством сотрудников Кр.АО – создателя Крымской школы академика А.А.Боярчука, а также его последователей, А.С.Любимкова и И.С.Саванова, был выполнен ряд работ по изучению химического состава некоторых звезд главной последовательности, сверхгигантов и звезд типа UU Her. На основе однородных качественных спектрограмм, полученных в кудэ-спектрографе 2-м телескопа ШАО и 2.6-м телескопа КрАО, определены параметры атмосферы и химический состав α Lyr (A0 V) и γ Gem (A0 IV) [22-23]. Установлено, что аномалии химического состава этих звезд имеют разный характер.

Для звезды α Lyr методом моделей атмосфер Куруца с параметрами $T_{\text{eff}} = 9650$ °K и $\lg g = 3.9$, определено значение турбулентной скорости $\xi_t = 2$ км/с с ошибкой порядка 0.5 км/с. Определены содержания 14 элементов. Содержания кремния, кальция, скандия и железа понижены по отношению к солнечным значениям. Возможен недостаток никеля и бария. Обнаружить линии редкоземельных элементов в спектре α Lyr не удалось. Предполагается, что α Lyr является

умеренной звездой типа λ Boo. Применяв результаты эволюционных расчетов авторы нашли значения относительной массы $M/M_{\odot} = 2.35 \pm 0.30$, радиуса $R/R_{\odot} = 2.9$, а также относительной светимости $L/L_{\odot} = 66$ и возраст $t = (470 \pm 1.41) \times 10^6$ лет для α Lyr. В пределах ошибок они согласуются с данными, полученными по измерениям параллакса, углового диаметра и абсолютного распределения энергии [22].

В результате исследований атмосферы γ Gem методом моделей атмосфер [22] найдены следующие значения параметров атмосферы: $T_{\text{eff}} = (9300 \pm 100)^{\circ}$ K, $\lg g = 3.40 \pm 0.15$ и микротурбулентная скорость $\xi_t = (2.0 \pm 0.5)$ км/с. Определено содержание 20 элементов. γ Gem имеет аномальный химический состав, сходный с наблюдаемым у металлических звезд. Как и в случае других A_m – звезд, у γ Gem наблюдается тенденция к увеличению аномалии с ростом атомного веса. Однако величина избытка элементов растет с увеличением атомного веса умереннее, чем у типичной металлической звезды 68 Tau. Ее эволюционный статус и умеренная металличность могут привести нас к следующей альтернативе – либо у массивных ранних A_m – звезд эффекты металличности всегда проявляются более умеренно, либо характерное время существования этих аномалий много короче, чем у менее массивных звезд. Применяв результаты эволюционных расчетов, мы нашли относительную массу $M/M_{\odot} = 3.5 \pm 0.30$, радиус $R/R_{\odot} = 6.2 \pm 1.4$, светимость $L/L_{\odot} = 260 \pm 2.10$ и возраст $t = (200 \pm 1.17) \times 10^6$ для γ Gem. В пределах ошибок они согласуются с данными, полученными по измерению параллакса, углового диаметра и абсолютного распределения энергии.

На основе спектров, полученных в фокусе кудэ 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории с разрешением $0.3 \text{ \AA}$ и дисперсией $8-12 \text{ \AA/mm}$, были исследованы спектры звезды ψ Cas и 45 Dra. В области длин волн $\lambda\lambda 3700-6900 \text{ \AA}$ отождествлены около 400 линий поглощения, определены эквивалентные ширины (W_{λ}) и

центральные глубины (R_c) спектральных линий [24 - 26].

Определены параметры атмосферы и химического состава сверхгиганта φ Cas [25]. Получены: эффективная температура $T_{\text{eff}} = 7200$ °K и микротурбулентная скорость $\xi_t = 4.5$ км/с. Определено содержание 22 химических элементов в атмосфере φ Cas. Полученные данные сравниваются с солнечными. Содержание углерода, кремния, марганца и железа несколько меньше солнечного. Значительный дефицит получается для кальция и бария (примерно в шесть раз). Содержание тяжелых элементов, возможно, понижено по отношению к солнечному. Найдено, что содержание натрия выше, чем у Солнца. Содержание серы в атмосфере исследуемой звезды в три раза больше по сравнению с солнечным.

По ПЗС -спектрограммам и на основе моделей атмосфер Куруца, исследовали гигантскую звезду ν Her [27]. Отождествлены около 200 линий в области длин волн $\lambda\lambda$ 4760-6600 Å и определены эквивалентные ширины W_λ абсорбционных спектральных линий. Получены следующие значения параметров атмосферы звезды: эффективной температуры $T_{\text{eff}} = 5900 \pm 200$ °K, ускорения силы тяжести $\lg g = 1.9 \pm 0.2$ и микротурбулентной скорости $\xi_t = 4.5$ км/с по линиям Fe I. Определено содержание 10 элементов. Содержание Mg, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe и Ni понижено в среднем на $\Delta \lg \epsilon (\text{El}) = -0.6 \text{ dex}$ по отношению к солнечному.

В работе [28] методом моделей атмосфер определена эффективная температура, ускорение силы тяжести, микротурбулентная скорость и химический состав атмосферы высокоширотного сверхгиганта 89 Her. Получены следующие значения параметров атмосферы 89 Her: $T_{\text{eff}} = (6300 \pm 150)$ °K, $\lg g = 0.5 \pm 0.2$ и $\xi_t = 7.5$ км/с.

Определено содержание 23 химических элементов в атмосфере 89 Her. Найдено, что химический состав 89 Her имеет отклонения от нормального, т.е. солнечного, состава. Найден дефицит углерода, магния, кальция, скандия, титана и ряда тяжелых элементов. Получен избыток натрия. Содержания Ca, Sc, Mn, Fe, Co, Zr, Ba, La, Ce, Nd, Sm и Gd понижены в среднем на $\Delta \lg \epsilon (\text{El}) = -1.0 \text{ dex}$

по отношению к солнечным значениям. Эта звезда имеет химический состав, отличный от химического состава нормальных массивных сверхгигантов Населения I.

Как известно, существование ярких сверхгигантов на значительном расстоянии от плоскости Галактики не имеет пока общепринятого объяснения. Согласно существующим звездоеволюционным 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. С этой точки зрения представляет большой интерес сравнительное исследование сверхгиганта 89 Her и других F -сверхгигантов.

В работе [29] обсуждается эволюционный статус высокоширотного сверхгиганта 89 Her. Здесь обращено внимание на тот факт, что среди F-сверхгигантов, находящихся на различных расстояниях от плоскости Галактики, высокоширотные сверхгиганты занимают особое положение. До сих пор (прошло более пятидесяти лет с момента открытия) эволюционный статус этих объектов остается неясным. По местоположению на диаграмме ГР трудно отнести эти звезды к Населению I. Предложено несколько вариантов, объясняющих эволюционный статус высокоширотных сверхгигантов. Это: 1) молодые, массивные звезды, которые недавно сформировались и «убежали» на большое расстояние от галактической плоскости; 2) старые, маломассивные звезды, которые в конце эволюции достигают высокой светимости; 3) результат эволюции двойной звезды.

Для исследования эволюционного статуса высокоширотного сверхгиганта 89 Her сравниваются результаты [29], с результатами, полученными для других F -сверхгигантов - φ Cas, α Umi, γ Cyg и ρ Cas [30, 31], находящихся на близких расстояниях от галактической плоскости. Результаты сравнения показывают, что содержание химических элементов в 89 Her в среднем уменьшается с увеличением атомного веса по сравнению с отмеченными F-сверхгигантами. Однако содержание углерода показывает повышенное значение в

среднем на 0.15 *dex*. Имеется дефицит редких земель в атмосфере 89 Her по сравнению с атмосферами других F-сверхгигантов. Найденная аномалия химического состава 89 Her относительно Солнца и других F-сверхгигантов еще раз доказывает, что это звезда отличается от нормальных массивных сверхгигантов Населения I.

Предполагается, что высокоширотные F-сверхгиганты малой массы находятся на стадии ухода с асимптотической ветви гигантов (post - AGB), и они не принадлежат к молодому населению диска Галактики.

Анализ микротурбулентности в атмосферах сверхгигантов представляет интерес для проверки точности расчетов теории акустических волн, например, расчеты Эдмундса предсказывают, что в атмосферах желтых сверхгигантов среднеквадратичная амплитуда колебательной скорости V_ω , которая рассматривается как аналог обычной микротурбулентной скорости ξ_t , определяемой из наблюдений, быстро растет с высотой, причем в наиболее высоких слоях может достигать сверхзвуковой скорости. Возникает вопрос: в какой мере предсказания теории согласуются с наблюдаемыми скоростями микротурбулентности у звезд этого типа?

В работах [32 - 37], методом моделей атмосфер были определены эффективная температура, ускорение силы тяжести, микротурбулентная скорость и химический состав атмосфер F и A -сверхгигантов.

На основе современных значений сил осцилляторов по линиям Fe I исследована микротурбулентность в атмосферах F-сверхгигантов: γ Cyg (F8 Ib), α UMi (F8 Ib-II), ρ Cas (F8 Iap) и α Car (F0 Ib), а по линиям Fe II, Ti II в атмосфере сверхгиганта α Cyg (A2 Ia). Показано, что существует сильная зависимость скорости микротурбулентности ξ_t от наблюдаемой эквивалентной ширины, свидетельствующая о быстром росте ξ_t с высотой в атмосфере. Построены распределения ξ_t (τ). Получено, что в верхних слоях атмосферы ρ Cas и α Cyg, существуют сверхзвуковые значения ξ_t , в то время как для других сверхгигантов (γ Cyg, α UMi, α Car), эти значения не превышают скорости звука.

Независимо от того, считать ли скорость микротурбулентности ξ_t в атмосферах сверхгигантов ι Sco (F2 II), θ Sco (F1 II), δ CMa (F8 Ia) и ν CarA (A8 Ib) постоянной или переменной, по линиям ионов получается более высокая скорость микротурбулентности, чем по линиям Fe I. В верхних слоях атмосфер звезд ι Sco, θ Sco и δ CMa развивается сверхзвуковая микротурбулентность.

Полученные распределения ξ_t (τ) качественно согласуются с предсказаниями теории акустических волн. Также подтверждены выводы Боярчука и Любимкова: в атмосферах F-сверхгигантов по линиям ионов Fe II, Ti II и Cr II получается более высокая скорость микротурбулентности, чем по линиям Fe I.

В работах [32-37] методом моделей атмосфер определены значения эффективной температуры $T_{\text{эф}}$ и ускорения силы тяжести g звезд ι Sco, θ Sco, δ CMa и α Cyg. По относительно слабым линиям определен химический состав. Содержание металлов в атмосферах рассмотренных сверхгигантов в среднем оказалось близким к солнечному; найден некоторый дефицит углерода. В атмосфере θ Sco обнаружен избыток натрия $[Na/Fe]=0.6$, а в атмосфере α Cyg – избыток азота $[N/Fe] = 1.3$. Путем сравнения $T_{\text{эф}}$ и $\lg g$ с результатами эволюционных расчетов оценены массы, радиусы, светимости и возраст ι Sco, θ Sco, δ CMa и α Cyg. Найдена относительная протяженность атмосфер рассматриваемых звезд.

Представляется актуальным и исследование сверхгигантов, входящих в двойные системы. Когда реально существующие двойные звезды не проявляют себя ни как визуально двойные, ни как спектрально-двойные и, следовательно, при анализе химического состава интерпретируются как одиночные звезды – явление не столь уж редкое в астрофизике. Такая интерпретация может приводить к ошибкам в определяемом содержании элементов и даже к фиктивным аномалиям химического состава.

В работах [33, 35] разработан новый метод для исследования таких двойных систем как звезды π Sgr и ν Car. Выполнен анализ спектра π Sgr как одиночной звезды: найдены

значения эффективной температуры, ускорения силы тяжести, изучена микротурбулентность, определен химический состав. Содержание металлов показало общий дефицит, получены особенно низкие содержания Ca и Sc. Для детального анализа общего спектра компонентов двойной системы π Sgr применен новый метод [33, 35], определены фундаментальные параметры и химический состав компонентов этой системы. Сами компоненты A и B имеют содержание, близкое к нормальному. Получены оценки расстояния до π Sgr и нижнего предела периода обращения в этой двойной системе. Показано, что разделение линий компонентов A и B в общем спектре,

если оно и обнаружимо в отдельных фазах, не должно превышать $0.4\text{\AA}$. Наблюдаемые спектроскопические и фотометрические данные в случае π Sgr относятся к суммарному излучению обоих компонентов. В отличие от π Sgr, у Car только фотометрически неразрешенная двойная система. Новый метод применен и в этом случае. Определены фундаментальные параметры компонентов двойной системы у Car. По линиям ионов получена более высокая скорость микротурбулентности, чем по линиям Fe I. Содержание элементов определено по относительно слабым линиям; в среднем оно близко к солнечному [32-37].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- De Jager C., Mulder P.S., Kondo Y. Evidence for a supersonic turbulent velocity gradient in the outer photosphere of the supergiant α Cyg (A2Ia). **Astron. Astrophys.** 1984, v.141, p.304-308.
- С.Г.Зейналов, Исследования по физике звезд и туманностей проводимые в ШАО за 40 лет. **ŞAR Sirkulyarı**. 2000, № 100, с.16-23.
- Zeinalov S.K., Musaev F.A., The Runaway Star Alpha-Camelopardalis - a Spectroscopic Binary. **Soviet Astr.Lett.** 1986, v.12, n.2/mar-apr, p.125-128.
- Zeinalov S.K., Musaev F.A., Chentsov E.L., Is 68-CYGNI a Spectroscopic Binary. **Soviet.Astr.Lett (Tr:Pisma)**. 1987. v.13, n.2/mar-apr, p.90-92.
- Musaev F.A., Snezhko L.I., The problem of searching for this duplicity of 'runaway' O-stars - Physical variability of O-supergiants. **Pis'ma. Astron. Zh.**, 1988, v.14, p. 163-167.
- Musaev F.A., Snezhko L.I., HD 12323 - A close binary in a pre-X-ray stage? **Pis'ma. Astron. Zh.**, 1989, v.15, p.833-836.
- Зверова Е.Б., Зейналов С.К., Ченцов Е.А., О систематических движениях вещества в атмосферах белых сверхгигантов HD 21291 и HD 21389. **Изв.САО АН СССР**. 1984, т.18, с.29-36.
- Rzaev A.Kh., Zeinalov S.K., Chentsov E.L., The study of the nonstationarity of the HD 21291 atmosphere. **Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel** (ISSN 0233-7665), 1989, v.5, p.75-79.
- Zeinalov S.K., Rzaev A.Kh., Non-stationary atmospheres of supergiants. **Astrophysics and Space Science**. 1990, v.172, p.211-216.
- Zeinalov S.K., Rzaev A.Kh., Non-stationary atmospheres of supergiants. **Astrophysics and Space Science**. 1990, v.172, p.217-224.
- Rzaev A.Kh., Spectroscopic study of pulsation-type quasi-periodic motions in early supergiant atmospheres. II. HD 21291, radial velocity variations. **Bull. Spec. Astrophys. Obs.**, 1993, v 35, p.130 - 147.
- Рзаев А.Х., Ченцов Е.А., Зейналов С.К., Спектроскопическое исследование квазипериодических движений типа пульсаций в атмосферах ранних сверхгигантов. I. HD 21389. Изменение лучевых скоростей со временем. **Изв.САО**. 1991, т.34, с.84-102.
- Микаилов Х.М., Гасанова А.Р., Халилов А.М., Алекберов И.А., Шюкюр М.Э., Рзаев А.Х.. Исследование профиля линии H_{α} в спектре сверхгиганта α Cyg A2 Ia I. Изменение лучевой скорости со временем в период июль-сентябрь 1998 года. **ŞAR Sirkulyarı**. 2001, т.101, с.8-13.
- Rzayev A.Kh., Some features of variation of the H_{α} line profile in the spectrum of α CYG. I. The spectra for the period July-September, 1998. **Bull. Spec. Astrophys. Obs.**, 2002, v. 54, p.66-73.
- Rzayev A.Kh., Analysis of the nonstationarity of the atmosphere of α Cyg. III. Variability of the H_{α} -line profile. **Astrophysical Bulletin**. 2008, v.63, p.23-33.
- Гасанова А.Р., Халилов А.М., Рзаев А.Х., Зейналов С.К. Профиль линии H_{α} в спектре 89Her. **Циркуляр ШАО**. 1998, № 93, с.19-22.
- Халилов А.М., Гасанова А.Р. Изменение лучевой скорости компонент линии H_{α} в спектре сверхгиганта 89 Her в период 1955-2005 гг. **Астрономический Журнал Азербайджана**. 2006, т.2, № 3-4, с.34-39.
- Халилов А.М., Гасанова А.Р., Переменность некоторых спектральных линий и профилей линий H_{α} в спектре 89 Her (F2 Ibe). **Астрономический Журнал Азербайджана**. 2007, т.2, № 3-4, с.20-25.
- Халилов А.М. Периодические изменение лучевой скорости и профилей линии H_{α} в спектре 89 Her (F2 Ibe). **Вестник Бакинского Университета**, сер. физ.-мат. наук, 2008, № 3, с.174-182.
- Arellano Ferro A. Is 89 Herculis a binary star? **PASP**. 1984, vol.96, p.641-645.
- 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.

22. Саванов И.С., Халилов А.М. Исследование α Lyr и γ Gem методом моделей атмосфер. **Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.** 1985, т.72, с.106-119.
23. Гасанова А.Р., Халилов А.М. Исследование α Lyr и γ Gem методом кривых роста. **Циркуляр ШАО.** 1987, № 80, с.11-18.
24. Халилов А.М., Гасанова А.Р., Рзаев А.Х. Атмосфера сверхгиганта φ Cas F0 Ia. I. Исследование спектра.. **ŞAR Sirkulyarı.** 2001, т.102, с.21-26.
25. Гасанова А.Р. Халилов А.М. Атмосфера сверхгиганта φ Cas (F0Ia). II. Определение физических параметров и химического состава.. **ŞAR Sirkulyarı.** 2003, т.106, с.37-38.
26. Халилов А.М., Гасанова А.Р. Атмосфера сверхгиганта 45 Dra (F7Ib). I. Исследование спектра. **Астрономический Журнал Азербайджана.** 2006, № №1-2, с.42-46.
27. Кули-заде Д.М., Самедов З.А., Халилов А.М., Содержание химических элементов в атмосфере ν Her (F2 II) . **Вестник Бакинского Университета.** сер. физ.-мат. наук, 2008, № 2, с.187-191.
28. Халилов А.М., Самедов З.А., Гасанова А.Р. Исследование сверхгиганта 89 Her. **Астрономический журнал.** 2008, т.85, № 10, с.940-945.
29. Гасанова А.Р. Сравнение химического состава атмосфер 89 Her (F2 Ia) и других F-сверхгигантов. . **ŞAR Sirkulyarı.** 2004, т.108, с.48-49.
30. Боярчук А.А., Любимков Л.С., Детальный анализ сверхгигантов класса F. Распределение микротурбулентности и содержание элементов в атмосферах звезд γ Cyg и α UMi. **Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.** 1981, т.64, с.3-12.
31. Боярчук А.А., Любимков Л.С. Детальный анализ сверхгигантов класса F. Распределение микротурбулентности и содержание элементов в атмосфере ρ Cas. **Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.** 1983, т.66, с.130-139.
32. Любимков Л.С., Самедов З.А., Исследование атмосферы сверхгиганта δ CMa (F8 Ia) и определение его эволюционных параметров. **Изв.Крымской астрофиз.обс.,**1985, т.72, с.99-106.
33. Любимков Л.С., Самедов З.А., Исследование химического состава и других параметров звезды π Sgr как двойной системы. **Изв.Крымской астрофиз.обс.,**1987, т.77, с.97-114.
34. Самедов З.А., Исследование атмосфер сверхгигантов ι Sco (F2 II), и θ Sco (F1 II) **Астрофизика.** 1988, т.28, с.564-572.
35. Самедов З.А. О природе визуально-двойной системы ν CarA и химическом составе ее яркого компонента. **Изв. Крым. астрофиз.обс.,**1988, т.79, с.57-63.
36. Любимков Л.С., Самедов З.А., О переменности микротурбулентности в атмосферах F – сверхгигантов. **Астрофизика.** 1990, т.32, с.49-61.
37. Самедов З.А. Исследование атмосферы сверхгиганта α Cyg (A2 Ia). **Астрономический журнал.** 1993, т.70, с. 82-90.

Поступила 02 июня 2010 г.

ŞAMAXI ASTROFİZİKİ RƏSƏDXANASINDA İFRATNƏHƏNG ULDUZLARIN TƏDQİQATLARININ NƏTİCƏLƏRİ

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

Məqalədə Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2-m və digər teleskoplarında alınmış spektrlər əsasında, 50-il ərzində ifratnəhəng ulduzlar sahəsində aparılan elmi – tədqiqat işlərindən bəhs olunur. İfratnəhəng ulduzların əsas xarakteristikaları, təkamül prosesində onların rolu, mövzunun aktuallığı, həmçinin alınmış elmi nəticələrin praktiki və nəzəri əhəmiyyəti haqqında qısa məlumat verilir. ŞAR-ın əməkdaşları tərəfindən ifratnəhəng ulduzların tədqiqi sahəsində alınmış mühüm nəticələr qeyd olunmuş və onların çap olunduğu elmi ədəbiyyatların siyahısı verilmişdir.

Aparıcı sözlər: ifratnəhəng ulduzlar, udulma və şüalanma komponenti, ekvivalent en, şüa sürəti

ON THE INVESTIGATIONS OF SUPERGIANT STARS IN ShAO

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

This paper is devoted to investigation of the supergiant stars in ShAO using the spectra obtained at 2-m telescope and other telescopes at ShAO. Supergiant stars, their basic characteristics and a role in star evolution are shortly described. It is also underscored the practical and theoretical importance of the outcomes.

Key words: supergiant stars, absorption and emission components, equivalent width, radial velocity

ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASININ BEYNƏLXALQ “GÜNƏŞ XİDMƏTİ” PROQRAMLARINDA İŞTIRAKI

© 2010 il M.M.Musayev, A.Q.Seyidov

AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası 1957-ci ildən - Beynəlxalq Geofizika İlandən başlayaraq Sovetlər Birliyi dövründə bütün Beynəlxalq “Günəş Xidməti” proqramlarında fəal iştirak etmişdir. Bu məqalə ŞAR-ın bu proqramda iştirakı tarixinə həsr olunur.

Aparıcı sözlər: Günəş, maqnit sahəsi, alışmalar, Günəş xidməti

Məlumdur ki, Yerdə və Yerətrafi fəzada baş verən bir çox fiziki və bioloji proseslər Günəş atmosferində vaxtaşırı meydana gələn lokal kənaraxıxmaların- fəal oblastların təsiri ilə birbaşa bağlıdır. Belə ki, Günəş fəallığının dəyişməsi Yerdə bir sıra fəsadların: geomaqnit sarsıntıları, radioəlaqələrin pozulması, siklonlar, sellər, quraqlıqlar, əsəb xəstəlikləri, ürək-damar xəstəlikləri, ürək infarktları, qanda leykositlərin dəyişməsi və başqa fəsadların meydana gəlməsinə səbəb olur. Yerdə baş verən bu cür dəyişikliklərin onları törədən fəal törəmələrlə bağlılığını dəqiq və hər tərəfli öyrənmək üçün dünya alimlərinin birgə səyləri ilə bir çox proqramlar həyata keçirilmişdir. Günəş fəallığının yüksək olduğu 1882-1883-cü illərdə Birinci Beynəlxalq Qütb ili, Günəşin sakit olduğu 1932-1933-cü illərdə İkinci Beynəlxalq Qütb ili, Günəş fəallığının maksimum dövrünü əhatə edən 1957-1959-cu illər Beynəlxalq Geofizika ili, Günəş fəallığının minimum ili olan 1964-cü il Beynəlxalq Sakit Günəş ili, 1980-ci il isə Günəş fəallığının maksimum ili elan edilmişdir. Nəhayət, Günəş atmosferində baş verənlərin Yerdəki proseslərə birbaşa təsirinin danılmaz olması və onun daim izlənməsinin zəruriliyi Günəş Xidməti deyilən bir müşahidə xidmətinin meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur.

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası, daha dəqiq deyilsə, Azərbaycan SSR EA Astrofizika bölməsi yaradıldığı ilk illərdən bu proqramlarda fəal iştirak etmişdir. 1957-1959-cu illəri əhatə edən Beynəlxalq Geofizika İlandə (BGI) iştirak etmək üçün SSRİ-nin bir sıra rəsədxanaları kimi Astrofizika bölməsinin Pirqulu astronomiya

stansiyası da fotosfer-xromosfer Günəş teleskopu ilə təchiz edilmişdir. Teleskopu müşahidələrə hazırlamaq üçün kömək məqsədi ilə Ukrayna EA Baş Astronomiya Rəsədxanasının əməkdaşı E.Qurtevenko Pirqulu stansiyasına dəvət olunmuş, onun iştirakı və təklif etdiyi üsullardan istifadə edərək, Günəş şöbəsinin əməkdaşları İ.Aslanov, S.Məmmədov və M.Musayev teleskopu Proqramda iştirak etmək üçün hazır vəziyyətə gətirmişlər. Onlar 1957-ci ildə Beynəlxalq Geofizika İli proqramı üzrə ilkin müşahidələrə başlamışlar. Teleskopun fotosfer borusu vasitəsi ilə Günəş fotosferinin əksi fotoplastinkalara çəkilir, müşahidə olunan bütün ləkələrin koordinatları və sahələri təyin edilib koordinasiya mərkəzlərinə göndərilirdi. Alınmış fotoheliogramların keyfiyyətləri 5-ballıq şkala üzrə təyin edilərək Pulkovo rəsədxanasının Kislovodsk dağ astronomiya stansiyasına teleqraf vasitəsi ilə çatdırılırdı.

Xromosfer borusunda H_{α} xəttinin mərkəzinə hesablanmış interferensiya-polyarizasiya süzgəci (İPS) vasitəsilə Günəş xromosferinin əksi alınır. Günün müşahidə üçün ayrılmış zaman kəsiyində (dünya vaxtı ilə $07^h - 10^h$) alınmış bu xəyallar kinokamera ilə fotolentə çəkilirdi. Alınmış kinolentlərdən istifadə olunaraq hidrogen liflərinin hər iki ucunun enlik və uzunluq koordinatları, həmçinin Kerrinqton uzunluqları, müşahidə edilən xromosfer alışmalarının yaşama müddətləri, koordinatları, parlaqlıqları (ballarla) və s. təyin edilirdi. Müşahidələrin nəticələri ayda iki dəfə üç koordinasiya mərkəzinə göndərilirdi: SSRİ EA Krim astofizika rəsədxanasına; Pulkovo “Solneçnyye dannıye” bülleteninə; SSRİ EA Baş

astronomiya rəsədxanasının Kislovodsk dağ astronomiya stansiyasına.

Bu işləri 1958-ci ilin sentyabrına qədər üç nəfər - İ.Aslanov, S.Məmmədov və M.Musayev icra edirdilər. İ.Aslanov və S.Məmmədov Leninqrada (aspiranturaya) getdikdən sonra bütün işləri M.Musayev öz üzərinə götürmüş və əlavə olaraq işə yeni götürülmüş (qeyri-astronom) kadrları öyrətməklə məşğul olmuşdur.

1959-cu ilin sonlarından Günəş xidməti proqramını Q.Hüseynov, H.Məlikov, R.Nəsimov, Ə.Həsənelizadə və başqaları yerinə yetirmişlər. BGİ-proqramı üzrə alınmış müşahidə materialları əsasında R.Hüseynov və M.Musayev tərəfindən ilk elmi məqalə yazılmışdır. Məqələdə çox güclü bir xromosfer alışması mikrofotometrik tədqiq edilərək (EA Fizika institutunun МФ-2 mikrofotometrindən istifadə edilmişdir) onun parlaqlığının zamandan asılılığına baxılmışdır. Bu iş Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası tarixində həyata keçirilən ilk fotometrik iş olmuşdur [1].

Beynəlxalq Geofizika İli başa çatdıqdan sonra da Günəş fizikası şöbəsinin əməkdaşları bütün Günəş xidməti proqramlarında fəal iştirak etmişlər, 1964-cü ildə Sakit Günəş İli proqramında şöbənin əməkdaşları Q.Hüseynov, Ə.Qorçuyev, Ə. Qarayev, A.Mehtiyev və S.Vəliyev fəal iştirak etmişlər.

1963-cü ildə şöbənin ən böyük teleskopu - Üfüqi Günəş teleskopu ASU-5 (ÜGT) qurulub istifadəyə verildi. Teleskop R.Hüseynovun ümumi rəhbərliyi altında LOMO-dan (Leninqrad optika-mexanika zavodu) gəlmiş mexaniklərin texniki köməyi ilə M.Musayev tərəfindən qurulmuşdur. Onun tərəfindən teleskopda bir sıra çatışmazlıqlar aşkar edilib aradan qaldırılmışdır. Kompleksə daxil olan ASP-20 spektroqrafı qurulmuş və tədqiq olunmuş, tədqiqatın nəticələri çap edilmişdir [2, 3]. ÜGT-qurulduqdan sonra ləkələrin maqnit sahələrini vizual ölçmək üçün Krim rəsədxanasında hazırlanmış qurğu M.Hüseynov tərəfindən rəsədxanaya gətirilmiş və M.Musayevlə birlikdə spektroqrafın qarşında quraşdırılmışdır. Bu qurğunu tam hazır vəziyyətə M.Musayev gətirmiş və müşahidələri aparacaq əməkdaşlarla bir qədər əvvəl İZMİRAN-da qazanmış olduğu təcrübəsini bölüşmüşdür. Belə ki, o, ləkələrin maqnit sahələrinin ölçülməsi üzrə

adı çəkilən institutun Günəş şöbəsinin əməkdaşları E.İ.Moqilevski, V.N. Obridko, B.İospa, R.A.Qulyayev və başqalarının yanında təcrübə keçmiş, maqnitografı aparılan müşahidlərdə iştirak etmiş, ŞAR üçün hazırlanmış qurğu ilə eyni olan başqa qurğuda ləkələrin maqnit sahələrinin vizual və fotoqrafik müşahidələrini aparmış, E.İ.Moqilevskinin rəhbərliyi ilə ləkələrdə maqnit sahəsinin paylanması baxmış və ləkələrin maqnit sahələrinin gərginliyinin maksimumunun onların həndəsi mərkəzləri ilə üst-üstə düşmədiyini aşkar etmişdir. Qurğu işə düşdükdən sonra şöbənin əməkdaşları Q.Hüseynov, H.Məlikov, M.Musayev, E.Orucov, A.Seyidov, Ə.Qarayev ləkələrin maqnit sahələrinin ölçülməsi üzrə iki proqramda fəal iştirak etmişlər: 1) ləkələrin maqnit sahələrinin gərginliyinin maksimum qiymətlərinin gündəlik ölçülməsi; 2) Günəşin maqnit sahəsinin dəyişməsi sürəti. Axırncı proqram sosialist ölkələri EA-nın birgə layihəsi olan beynəlxalq "KAPI" layihəsinin tərkib hissəsidir. Bu Proqram üzrə ləkələrin maqnit sahələrinin dəyişməsinin müşahidəsi dörd rəsədxanaya həvalə olunmuşdu: ADR - Potsdam rəsədxanası, ÇSSR – Ondrjeyov rəsədxanası, SSRİ EA Baş astronomiya rəsədxanası (Pulkovo rəsədxanası) və Azərbaycan SSR EA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.

Birinci proqrama görə Günəş diskinin spektroqrafın yarığı qarşısında (fokal müstəvi üzərində) alınan xəyal xəritələşdirilir, disk üzərindəki bütün ləkə və poralar, qərbdən şərqə olmaqla nömrələnir, düzbucaqlı koordinatları təyin edilir, maqnit sahələrinin maksimum qiymətləri ölçülür və qütbləri təyin edilirdi. Alınmış qiymətlərin ləkələrin hansı hissəsinə aid olduğu xəritə üzərində dəqiq göstərilirdi. Müşahidə vaxtının başlanğıcı və sonu bir dəqiqə xəta ilə qeyd edilirdi. Alınmış nəticələr teleqrafıla mərkəzdən təqdim olunmuş kodlarla həmin gün, helioqramların fotosurətləri və kalkaya köçürülmüş xəritələri sonrakı gün SSRİ EA Krim astrofizika rəsədxanasında yerləşən beynəlxalq koordinasiya mərkəzinə göndərilirdi.

İkinci proqramda birincidən fərqli olaraq müşahidə olunacaq ləkənin nömrəsi, təxmini koordinatları və müşahidəyə başlamaq vaxtı,

həmçinin müşahidənin dayandırılma vaxtı Daşkənddən teleqramla Proqramın bütün iştirakçılara çatdırılırdı. Bu işlərin ümumi koordinatoru prof. Bumba (ÇSSR) idi. Seçilmiş ləkənin maqnit sahəsi gün ərzində ölçülür, alınmış nəticələr əsasında zamandan asılılıq qrafiki qurulur, Pulkovo rəsədxanasında yerləşən mərkəzə lazımı məlumatlar verilirdi. Bir neçə belə seçilmiş müşahidələr aparıldıqdan sonra müşahidə materialları tam şəkildə vaxtaşırı Pulkovoda keçirilən konfranslara təqdim edilir və ümumi layihədə iştirak edən rəsədxanaların əməkdaşları ilə birgə məqalələr çap edilirdi [4-7]. Şöbənin əməkdaşları Günəş fəallığının maksimum ili olan 1980-ci ildə bütün əvvəlki proqramları yerinə yetirməklə yanaşı əlavə bir təklif də aldılar: koordinatları teleqrafla xəbər verilən ləkənin yarım kölgəsi üzərində may ayının sonunda meydana gələcək alışmanı H_{α} -xətində müşahidə etmək təklif olunmuşdu. Bu təklif yüksək keyfiyyətlə yerinə yetirilmiş, alınmış müşahidə materialı fotometrik tədqiqata cəlb olunaraq lazım olan bütün parametrlər təyin olunmuş və çap üçün Mərkəzə göndərilmişdir [8].

Kosmik uçuşların inkişafı dövründə, xüsusilə də kosmonavtların iştirakı ilə keçirilən uçuşlar zamanı gəmilərdə olan insanların sağlamlıqlarına olan qayğı Günəş səthində olan fəal törəmələrə marağı daha da artırırdı. Bu baxımdan fəal törəmələr arasında Günəş (xromosfer) alışmaları xüsusi yer tutur. Belə ki, Günəş atmosferində alışma baş verən zaman sərt şüalanmalar Günəş mənşəli kosmik şüalar, böyük sürətli yüklü zərrəciklər və s. meydana gəlir ki, bunlar da insan orqanizmi üçün olduqca təhlükəlidir. Odur ki, bununla bağlı Sovetlər ölkəsində xüsusi proqram-“Severni-Sinop” proqramı deyilən proqram hazırlanmışdı. ŞAR-in bu proqramın həyata keçirilməsində xüsusi yeri vardır. Günəş şöbəsinin əməkdaşları M.Musayev, A.Seyidov, E.Orucov proqramda olduqca fəal iştirak etmişlər. Proqrama görə Günəşin səthində görünən bütün fəal törəmələr haqqında dəqiq və hərtərəfli məlumatlar operativ olaraq lazımı mərkəzə göndərilirdi. Bütün gün ərzində spektroqraf qarşısında H_{α} xəttinin mərkəzində ola biləcək dəyişikliklər-alışmalar izlənilirdi. Ləkələrin maqnit sahələri sisteməlik olaraq müəyyən vaxt fasilləri

ilə ölçülür, koordinatları təyin edilib həmin gün mərkəzə çatdırılırdı.

1970-ci illərdə rəsədxanada 2-ci fotosfer-xromosfer teleskopu (baş binanın şimal qülləsində) quruldu. Teleskopu işçi vəziyyətə M.Musayev gətirmişdir. Həmin teleskopda uzun müddət E.Orucov “Günəş Xidməti” müşahidələri aparmış və alınan helioqramlar lazımı mərkəzlərə göndərilmişdir. Alınmış helioqramlardan istifadə edərək M.Musayev bir sıra tədqiqatlar aparmışdır.

Yüksək keyfiyyətli fotohelioqramlar bəzi məşəl meydanlarının çevrəvari şəbəkə quruluşuna malik olduğunu aşkar etməyə imkan vermişdir. Məşəl şəbəkələrinin ölçüləri təyin edilmiş və superqranul şəbəkələrinin ölçülərinə uyğun gəldiyi göstərilmişdi. Təpələrində poralar (kiçik ləkələr) yerləşən tutqun altıbucaqlı poralar şəbəkəsinin müşahidəsi olduqca maraqlıdır. Bu şəbəkənin ölçüsü məşəl şəbəkəsinin ölçülərindən kiçik olub diametri təxminən 8500 km təşkil edir. Şəbəkə quruluşuna malik olan məşəllər oblastında meydana gələn fəal törəmələr; ləkələr, poralar, tutqun cığırar, alışmalar izlənməmiş və belə qənaətə gəlinmişdir ki, bu cür oblastlar alışmaların meydana gəlməsi nöqtəyi-nəzərdən daha fəal oblastlardır.

Uzun illər toplanmış helioqramların araşdırılması və ÜGT-da aparılan vizual müşahidələr əsasında superqranul quruluşuna malik parlaq və tutqun şəbəkələrin aşkarlanması belə qənaətə gəlməyə imkan vermişdir ki, superqranulların sərhədlərindəki maqnit sahəsinin intensivliyindən asılı olaraq onlar parlaq və ya tutqun şəbəkələr kimi aşkar ola bilərlər [8, 9].

Son olaraq onu deyə bilərik ki, Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası 1957-ci ildən, yəni Beynəlxalq Geofizika İlinə başlayaraq Sovetlər Birliyi dövründə bütün Beynəlxalq “Günəş Xidməti” proqramlarında olduqca fəal iştirak etmişdir.

Müəlliflər S.Əliyevaya məqalənin tərtibatında etdiyi göstərdiyi köməliyə görə öz minnətdarlıqlarını bildirirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. Гусейнов Р., Мусаев М. *Солнечные данные*, 1959, №1, с. 79.

2. Musayev M. **Azərbaycan SSR EA xəbərləri, fizika, texnika və riyaziyyat elmlər seriyası**, 1969, N 5, с.81-85.
3. Musayev M. **Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının məruzələri**, 2005, LXI, №1, с. 81-88.
4. Вьялшин Г.Ф, Караев А.А. и др. **Солнечные данные**, 1967, № 3, с.90.
5. Вьялшин Г.Ф, Кюнзель Г.Г., Меликов Г.О., Мусаев М.М., Оруджов Е.Ш., Сеидов А.Г. **Солнечные данные**, 1977, № 4, с. 67-78.
6. Мамедов С.Г., Вьялшин Г.Ф., Караев, А.А., Крат В.А., Крюнгер А. **Солнечные данные**, 1967, № 3, с.90-99.
7. Мамедов С.Г., Караев А.А., Оруджов Е.Ш., Сеидов А.Г., Мусаев М.М, и.др. **VIII Консультативное совещание Академий Наук Социалистических стран по физике Солнца**. 1976, 76-87, «Наука».
8. Мусаев М. М., **Циркуляр ШАО**, 1989, № 84, с.29-35.
9. Мусаев М. М., **Циркуляр ШАО**, 1989, № 86, с.13-17.

Поступила 08 июня 2010 г.

PARTICIPATION OF THE SHAMAKHY ASTROPHYSICAL OBSERVATORY IN THE INTERNATIONAL “SOLAR PATROL” PROGRAMS

M.M.Musayev, A.G.Seyidov

During the soviet period Shamakhy Astrophysical Observatory has taken a part in the international “Solar Patrol” program since 1957 (International Geophysical Year). This paper is devoted to the history of participation of ShAO in this program.

Key words: magnetic field, the Sun, flares, Solar Patrol

УЧАСТИЕ ШАМАХИНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОГРАММАХ «СЛУЖБА СОЛНЦА»

М.М.Мусаев, А.Г.Сеидов

В советский период Шамахинская Астрофизическая Обсерватория начиная с 1957 г. (Международный геофизический год) принимала активное участие в программе «Служба Солнца». Эта статья посвящается истории участия ШАО в этой программе.

Ключевые слова: магнитное поле, Солнце, вспышки, служба Солнца

FÜZULİ VƏ ULDUZLAR ALƏMİ

© 2010 il. B.Ə. Quluzadə ¹, F.Ə. Qurbanov ², S.İ. Kərimova ¹¹ Milli Aerokosmik Agentlik² AMEA Nizami adına Ədəbiyyat İnstitutu(e-mail: bkbasqal@yahoo.com)

Dahi şair Füzulinin əsərlərində astronomik motivlər araşdırılıb.

Aparıcı sözlər: Günəş, ulduz, səyyarə, Füzuli

Ölməzliyinin 6-cı yüzilliyinə qədəm qoymuş Məhəmməd Füzulinin qəzəl, qəsidə, rübai, məsnəvi və s. janrlarında yazılmış əsərlərində tez-tez ulduzlar aləminin anlayışlarına təsadüf olunur. Bunlardan şair qəhrəmanlarının ruhi vəziyyətinin, öz lirik “Mən”inin ifadəsi üçün ədəbi material kimi istifadə edir.

“Günəş” (“mehr”, “xurşid”, “afitab”) anlayışı Füzulinin bir çox fikirlərinin ifadəsi üçün əvəzsiz bədii vasitədir:

Xaki-rahimdən məni qaldıra bilməz sayə tək,

Qılsa gərdun afitabın hər şuanın bir kəmənd.

və ya

Səyeyi-şülfün şəbistanındadır şəmi-rixiün,

Necə etsin qədr ilə xurşudi-ələmtab ona.

Asiman, fırlanan göy qübbəsi, (“sipehri-pürkəvakib”, “günbədi - dəvvar”), ulduzlar (“əncüm”, “əxtər”), bürclər, planetlər (“səyyarə”) və s. astronomik anlayışlar şairin yaradıcılığında tez-tez rast gəlinən, müxtəlif mənə daşıyan rəmzlərdir.

Göydə gəzib cizginir qətrei-əşkim müdam,

Qətrei-əşkim kimi şərxdə səyyarə yox.

və ya

Zərreyi-mebri rüxiündən tapsa pərtöv asiman,

Asiman üzrə tamam əncüm məhi-taban olur,

- beytlərində Günəş işığının kainatın mütləq qaranlığından dalğalar şəklində axdığı elmi faktı bədii şəkildə söylənilib.

Abigündür günbədi-dəvvar rəngi, bilməzəm,

Ya mübit olmuş gözümdən günbədi-dəvvarə su.

- beytində isə göy qübbəsinin daim hərəkətdə olduğu, onunla bərabər bürc və səyyarələrin də sabit qalmadığı qeyd olunur.

Füzuli tez-tez gözəlləri Aya (“mah”-“məh”, “qəmər”) bənzədir.

Kəçər əflaki mənim naləvi –zərim bəlkə,

Eşidə ol üzü ay, çeşmi-xumarım gecələr.

...

Çıxma yarım gecələr, ağyar tənindən saqın,

Sən məhi-övcü-mələbətsən, bu nöqsandır sana.

...

Yengi aydır heyəti, amma yeni aylar kimi

Bədr olmaz, necə kim, göy üzrə sərgərdan gəzər.

və ya farsca qəzəldən bir beytə nəzər salaq:

Bivəfaira nə əmrüz əz kəsi amuxti,

Məhi-mən, ruzi ki, didəm bivəfa didəm tora.

(Sən bu gün kimdənsə vəfasızlıq öyrənmişən, mənim ayım, səni ilk dəfə görəndə sən artıq sadıq deyildin.)

Burada “mah” və “ruz” sözləri yanaşı işlədilir və əks mənalar verir. Gündüz Ay görünür, deməli, Ay Günəşə, Günəş də Aya sadıq deyil. Beləliklə, aparıcı “sən mənə sadıq olmamısan” fikrinin izahı üçün şair “mah” və “ruz” sözlərindən istifadə edir. İlk əvvəl, “mah” - “gözəl qız” mənasını, “ruzi” sözü isə mücərrəd “bir gün” anlayışını ifadə edir. İkincisi, “mah” Yer in peykini, astronomik anlayış olan Ayı bildirir. Ay həmişə görünür. Görünəndə isə müxtəlif şəkillərdə: gah dairə (bədirlənmiş Ay), gah oraq (hilal), gah da nazik zolaq şəklində görünür. Üçüncüsü, “mah” sözü altında təqvim ayı nəzərdə tutulur ki, bu da şairə belə qənaətdə gəlməyə imkan verir [2].

“Sən ilin dəyişən on iki ayı kimi qeyri- sabitsən, ey vəfasız.”

Sipehri-pürkəvakibdən deyil dərdə dəvə mümkün,

Xəyal etməm, verə tiryakü-qəm bu xaş-xaşı.

- beytində Füzuli həm nücum, həm də tibb elmlərindəki məlumatı sıxlaşdırıb söyləyib.

Tibbi bilgiyə görə xaş-xaş padzəhrdir, yəni zəhərqovandır. Ulduzlar xaş-xaş kimi görünsə də taleyin gələcəyi ancaq onların hərəkətinə tabe deyil.

Aylı-günlü, ulduzlu - səyyarəli səma ölməz məhəbbət əsəri “Leyli və Məcnun”da daha bəlağətlə təsvir olunur.

Validəynlərin hökmü ilə “tərki-məktəb” erməli olan biçarə Leyli dərd - qəmini çırağa, pərvanəyə, səhər küləyinə nəql eləyir:

Mən əxtəri –bürcü iştiaqəm,

Mən şəmi-səraqeyi-fəraqəm.

Leyli ölüm yatağında anasını yanına çağırır və ona öz ürəyini açır:

Dərdim ki, vücudum ola baqi,

Şayət düşə vəsl ittifaqi.

Pərtöv bürcündə afitabım,

Bildim ki, vücud imiş hicabım.

- beytlərində təsəvvüf bilgisi ilə can və cisim anlayışlarını səmavi sfer ilə qarşılaşdıraraq şair söyləyir ki, sevgili ruhdursa, ayrılığını çəkən bədənədir. Günəş səyyarəsi bürclər üzrə ruhdur. Həqiqətən də, səyyarələr öz ulduzlarının ətrafında aşiq məşuqun başına dolanan kimi dolanır.

Füzulinin bir sıra deyimləri çağdaş elmi fikirlərlə həmahəng səslənir. Bu baxımdan “Sübh” qəzəli çox maraqlı görünür.

Qansı məhın bilməzəm mebrilə olmuş zər sübh,

Hər gün eylər xələq bir dağı-nihan izhar sübh.

Batdı əncüm çıxdı gün, ya bir əsiri- eşqdir,

Tökədi dürrü-əşki, çəkdi əbi-atəşbar sübh.

Ey Füzuli, şəmi-qəm əncümünə yaxdır ümid,

Bir təsəllidir sənə ol söz ki, derlər var sübh.

Bu fikirlər Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsində zamanın axmasını xatırladır. “Qara dəliklər” adlanan əsrarəngiz obyektlərdə zaman, müşahidəçinin harada olmasından asılı olaraq müxtəlif cür axır.

Şvartsşild kürəsi adlanan kürənin altında yerləşən müşahidəsi üçün kollaps hadisəsi nəticəsində ulduzun bütün maddəsinin bir nöqtəyə yığılması baş verəcək. Bu sferin xaricində isə kollaps baş verməyəcək. Sıxılan ulduzun səthi heç vaxt Şvartsşild radiusunu keçməyəcək. Belə müşahidəçi üçün, Füzuli demiş, sübh heç zaman açılmayacaq.

Füzulinin əsərləri ilə tanışlıq onun təcim (astrologiya) elminin sirrlərinə dərinləndən bələd olduğunu söyləməyə imkan verir.

Şairin lirik qəhrmanı öz eşqinin taleyini öyrənmək üçün münəccimlərə müraciət edir [1]:

Sordum əhvalını eşqində münəccimlərdən,

Baxdılar tale evimə, dedilər qan görünür.

Tələdə qan görünməsi qırmızı rəngli Mərrixlə (Mars) əlaqədardır ki, bu da bədbəxtlik nişanəsidir.

Qədim Şərq təsəvvürlərinə görə səma yeddi tağdan - qübbədən və doqquz rəvaqdan - təbəqədən ibarətdir. Bir nəfər hakimin yerinin dəyişməsinə Füzuli öz qəsidəsində etirazını belə bildirir [1]:

Etmədinmi vəhmə ondan kim, qıləm bir ah ilə

Həftə taqü rəvaqın rəxtü-bəxtin tarimar.

Üzr ilə gərdun döniüb verdi cavabım, ey fəqir,

Bitəxəllül olmuşam mən həm bu işdən sərmsar.

Yəni ey dünyanın gedişi, qorxmursan ki, bir ah ilə yeddi qatın, doqquz rəvaqın bəxtinin özülünü dağıdam. Gərdun- dünyanın gedişi-fələk mənə cavab verdi ki, mən bu işdən usanmışam.

Şairin ilhamı təcrübəli münəccim kimi ulduzlu səmanın bürclərini qarış-qarış gəzir [1]:

Yedi gündür ol ayı görmədim, ahım şərər ilə,

Nola qılsam Bənatün-nəş ilə yeksan Sürəyyayı.

Hərfi mənası “mərhunum qızları” olan “Bənatün-nəş” Kiçik Ayı bürcünün ərəbcə adıdır.

Sürəyya isə Böyük Ayı bürcüdür. Əski mifoloji təsəvvürlərə görə insan doğularkən onun ruhu Kiçik Ayı bürcündən gəlir, ölərkən isə ruhu uçub Böyük Ayı bürcünə gedir. Füzuli deyir ki, yeddi gündür mən o ayı görmədim. Qorxuram, bir ah çəkim və ahım Bənatün-nəş ilə Sürəyyanı yeksan eləsin.

Şair öz əsərlərində təcim elminə yeni mahiyyət, yeni ovqat verir:

Göz yaşından suzi-pünhanın edər arif qiyas,

Bixəbər təsiri-əncümdən deyil ətərxşünas.

Yəni göz yaşından içimdə gizli yangı olduğunu arif olan o dəqiqə hiss eləyər. Münəccim ulduzların hansı təsirdə olduğundan, təbii ki, xəbərdardır.

ƏDƏBİYYAT SIYAHISI

1. Füzuli. **Seçilmiş əsərləri**. Bakı, “Şərq-Qərb”, 1992.
2. Qurbanov F. Ə. **Füzulinin şeir sənətində poetik və bədii təsvir vasitələri**. Namizədlik dissertasiyası. Bakı, 1991.

Поступила 12 июня 2010 г.

ФИЗУЛИ И ЗВЕЗДНЫЙ МИР

Б.А.Гулузаде, Ф.А.Гурбанов, С.И.Керимова

Исследованы астрономические мотивы в творчестве гениального поэта Физули.

Ключевые слова: Солнце, звезда, планета, Физули

FUZULY AND WORLD OF STARS

B.A.Guluzade, F.A.Gurbanov, S.I.Karimova

Astronomical motives in the works of genius poet Fuzuly have been investigated.

Key words: the Sun, star, planet, Fuzuly