

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
N.TUSİ ad. ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASI

Əlyazma hüququnda

HƏMAYİL NADİR QIZI ADIGÖZƏLZADƏ

İxtisas: 2108.01- Astrofizika və ulduz astronomiyası

**T BUĞA TIPLI CAVAN RY TAU VƏ DR TAU ULDUZLARINDA
QEYRİ-STASİONAR PROSESLƏR**

**Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

Bakı - 2014

İş N.Tusi adına Azərbaycan MEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: fiz.-riy. elm.doktoru, prof.
N.Z.İsmayılov

Rəsmi opponentlər: fiz.-riy. elm.doktoru,
S.H.Məmmədov

fiz.-riy. elm.nam.,
K.İ.Alışeva

Aparıcı təşkilat: **Azərbaycan MEA Fizika İnstitutunun
Kosmik şüa mənbələri fizikası
laboratoriyası**

Dissertasiya “28__” fevral 2014- cü il, __-da

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının nəzdində olan FD.01.241 Dissertasiya Şurasının iclasında müdafiə olunacaqdır.

Ünvan: AZ1141, Bakı, Yasamal, Hüseyn Cavid, 31

Dissertasiya ilə AMEA ŞAR-ın Elmi kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “_____” yanvar 2014 cü ildə yayılmışdır.

**FD.01.241 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi**

f.-r.e.n. Həsənova Ə.R.

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Kiçik və orta kütləli ulduzların ilkin təkamül mərhələsinin öyrənilməsinin aktuallığı ondan irəli gəlir ki, a) bu mərhələdə baxılan ulduzlar Qalaktikanın ulduzəmələgəlmə oblastlarında qaz-toz dumanlıqlarından yenidən yaranan və optik diapazonda ilk dəfə işıq saçan obyektlərdir b) belə ulduzlar bizim günəş sisteminin ilkin mərhələsini ifadə edirlər. Ona görə də belə obyektlərin tədqiqi onların ilkin təkamül mərhələsində fiziki halını başa düşməyə və bütövlükdə çox mühüm bir problem olan ulduzəmələgəlmə problemini aydınlaşdırmağa imkan verərdi. Hal-hazırda da ulduzların yaranması prosesinin aktiv şəkildə davam etdiyi cavan ulduz əqreqlərinin aşkar olunmasından artıq yarım əsrdən də çox vaxt keçməsinə baxmayaraq bu təkamül mərhələsi ilə bağlı müasir ulduz astrofizikasının bir çox sualları hələ aydınlaşdırılmamış və ziddiyyətli olaraq qalmaqdadır.

T Buğa tipli ulduzlar (TTS) Ağ Yolum qaz-toz komplekslərində yerləşirlər. Bu ulduzlar kütlələri $0.2-2 M_{\odot}$, yaşları $(0.1-10) \cdot 10^6$ il olan cavan obyektlər hesab olunurlar. Onlar parlaq deyillər, əksəriyyətinin parlaqlığı $V \sim 10^m - 12^m$ təşkil edir, günəş sisteminə ən yaxın ulduzəmələgəlmə oblastı 140 ps məsafədədir, bu obyektlər kiçik kütləli, spektral sinifləri F-M, işıqlıq sinifləri IV-V dir. Bu obyektlərin parlaqlığı və spektri bütün spektral diapazonlarda ciddi dəyişmələr göstərir, kəsilməz spektrin UB və İQ oblastlarında şüalanma artıqlığı müşahidə olunur.

Hal-hazırda T Buğa tipli ulduzların tədqiqində müzakirə mövzusu olan aşağıdakı iki əsas istiqamət mövcuddur:

1. Ulduzətrafi qaz-toz mühitinin fəza strukturunun xüsusiyyətləri, sonradan kiçik və orta kütləli ulduzlar ətrafında formalaşan və gələcəkdə planet sisteminin yaranmasına səbəb olan ulduzətrafi diskin yaranması və strukturu,
2. Mərkəzi ulduzla onu əhatə edən ulduzətrafi örtük arasında qarşılıqlı əlaqənin təbiəti aydınlaşdırılmamış qalır. Buraya ulduzətrafi mühitdə akkresiya və axın proseslərinin balans, atmosferdə temperatur anomaliyalarının səbəbi, habelə ulduz atmosferində baş verən alışmaların səbəbləri kimi suallar daxildir.

Bundan başqa bu bəndlərə, ola bilsin ki, ulduz təkamülünün müxtəlif cavanlıq mərhələlərini özündə ifadə edən müxtəlif altqruplar arasında genetik bircinslik əlaqəsini də əlavə etmək olar. Bundan başqa, WTTS, CTTS və

Ae/Be Herbiq tipli ulduzlarda ulduzətrafi örtüyün ulduzun aktivliyindəki rolu aydınlaşdırılmamış qalır.

Beləliklə, demək olar ki, istər müşahidə, istərsə də nəzəriyyə baxımından cavan ulduzların bir çox fiziki xassələrinin öyrənilməsi və dəqiqləşdirilməsi öz həllini gözləməkdə olan problemlərdəndir.

İşin məqsədi. Hazırki dissertasiya işinin məqsədi seçilmiş iki aktiv dəyişən klassik T Buğa tipli RY Tau və DR Tau ulduzlarının timsalında alınmış spektral və fotometrik müşahidə materialı əsasında onlarda müşahidə olunan qeyri-stasionar proseslərin təbiətini tədqiq etməkdir.

Dissertasiya işinin əsas məsələləri bulardır:

1. IUE arxiv spektroqramları əsasında proqram ulduzların UB spektrinin zamana görə dəyişməsinə öyrənmək.
2. Görünən oblastda müşahidə olunan hidrogenin Balmer seriyası xətləri əsasında RY Tau ulduzunun şüalanma spektrinin dəyişməsinə öyrənmək.
3. Ayrı-ayrı ulduzlar üçün şüalanma spektri və parlaqlıq arasında qarşılıqlı əlaqənin öyrənilməsi və mövcud dəyişmələrin təbiətinin araşdırılması.
4. Proqram ulduzların çoxillik işıq əyrilərinin periodikliyə görə təhlil olunması.
5. Proqram ulduzların 0.36-100 mkm diapazonda spektral enerji paylanma əyrilərinin qurulması və ulduzətrafi mühitin sistemin formalaşmasında rolunu təhlil etmək.

Elmi yenilik. İşdə alınan elmi yeniliklər əsasən aşağıdakılardan ibarətdir:

1. İlk dəfə aşkar edilmişdir ki, RY Tau ulduzunun şüalanma spektrində müəyyən qrup xətlərin həm UB (MgII, HeII, CIV və s.) həm də optik (He+H və K CaII) diapazonda spektral parametrləri $P = 23.3 \pm 0.1$ günlük periodik dəyişmə göstərir.
2. RY Tau ulduzunun ümumi işıq əyrisindən 1983-2004-cü illər zaman kəsiyi üçün parlaqlığın 14 və 6 illik uzunmüddətli periodik dəyişməsi aşkar olunmuşdur. Aşkar olunan bu iki periodun kombinasiyası əsasında ulduzun orta illik işıq əyrisini yaxşı izah edə bilən sintetik işıq əyrisi qurulmuşdur.
3. Ulduzun V-parlaqlığı və şüalanmada olan MgII2800 dubletinin intensivliyinin zamana görə dəyişməsi göstərmişdir ki, ulduzun parlaqlığı və şüalanma spektri arasında birqismətli əlaqə aşkar

- olunmur. Bu da ulduzun şüalanma spektri və parlaqlığının dəyişməsinin müxtəlif təbiətə malik olmasını göstərir.
4. Göstərilmişdir ki, 1983-2004-cü illər ərzində ulduzun parlaqlığı periodik xarakter daşıyır, lakin bəzi hallarda bu periodiklik pozulur. Amplitudu $\Delta V \sim 1^m$ olan $P_1 = 377 \pm 10$ günlük period aşkar olunmuşdur. 1983 və 1995-ci illərdə parlaqlığın kəskin dəyişməsi anlarında periodun fəzaca sürüşməsi güman olunur. Bundan əlavə, mövsümlər üzrə $P_2 = 146 \pm 3$ günlük periodun olması da güman olunur.
 5. RY Tau və DR Tau ulduzları üçün qurulmuş SEP əyriləri əsasında enerji paylanması artıqlıq yaradan bütün cisimlərin şüalanma temperaturu təyin olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, İQ mənbələrin temperaturu ən yüksək halda 2500-3000 K, və ən soyuq halda 90-100 K təşkil edir. 90 K temperatur, çox ehtimal ki, ulduzətrafi qaz-toz maddəsinin şüalanmasına uyğun gəlir, 2500 K temperaturu isə, həmin temperaturlu naməlum protoulduz tərəfindən yarana bilər.
 6. Həm udulma, həm də şüalanma xətlərinin ölçülməsi göstərdi ki, DR Tau ulduzunun spektri çox ciddi dəyişəndir. Ulduzun spektral sinfi UB spektrdəki udulma xətlərinə görə K5-M0 kimi təyin olunmuşdur. Spektrdə dəyişmə xassələrinə görə oxşar olan azı üç qrup xətlər müşahidə olunmuşdur. Bu da ulduz atmosferində müxtəlif lokal fiziki şəraitə malik oblastların olmasını göstərir.
 7. Göstərilmişdir ki, V –parlaqlığının dəyişməsində iki $P_1 = 5.^d8$ və $P_2 = 7.^d4$ periodlarının olması ehtimal edilir. Bu periodlar müxtəlif mövsümlər üzrə işıq əyrilərinin təhlili əsasında təyin olunmuşdur. Ayrı-ayrı spektral xətlərin parametrlərinə görə periodik dəyişmələrin axtarılması heç bir nəticə verməmişdir.
 8. DR Tau üçün aparılmış spektral furiye-analiz nəticəsində 2 və 6 illik uzunmüddətli period aşkar edilmiş, bunların köməyiylə qurulmuş sintetik işıq əyrisi ulduzun orta illik işıq əyrisini və rəng-indekslərini qənaətbəxş izah etmişdir.

İşin praktiki və nəzəri əhəmiyyəti.

İşin praktiki əhəmiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir:

1. İUE arxivinin istifadə olunması ilə UB spektroqramların işlənməsinin metodu öyrənilmişdir. Metod digər obyektlərin də spektrini işləmək üçün istifadə oluna bilər.

2. İlk dəfə T Buğa tipli proqram ulduzların parlaqlığının mürəkkəb xarakterli dəyişməsini aşkar etmək üçün spektral furiye-analiz metodundan istifadə olunmuşdur. Metod digər obyektlərdəki belə mürəkkəb işıq ayrılarının izah olunması üçün istifadə oluna bilər.
3. RY Tau üçün aparılmış sinxron müşahidə nəticəsində göstərilmişdir ki, ulduzun UB spektri və parlaqlığı asılı olmadan dəyişir. Bu müşahidə faktı unikaldir və T Buğa tipli ulduzların aktivlik mexanizminin modeləşdirilməsində istifadə oluna bilər.
4. Göstərilmişdir ki, proqram ulduzların parlaqlığının uzunmüddətli dəyişməsini ulduz ətrafında formalaşmaqda olan protoulduz və protoplanetlərin olması ilə izah etmək olar. Bu nəticə ulduzəmələgəlmə nəzəriyyəsinin qurulmasında istifadə oluna bilər.

Müəfiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. RY Tau ulduzunun şüalanma spektri və görünən oblastda parlaqlığının asılı olmadan dəyişməsi haqqında nəticə; parlaqlığın dəyişməsində 6 və 14 illik ehtimalı periodların aşkar edilməsi və illik orta işıq ayrısının spektral furiye-analiz metodu ilə təhlilinin nəticələri
2. RY Tau ulduzunun şüalanma spektrinin həm UB həm də görünən oblastda $P=23.3 \pm 0.1$ günlük periodla dəyişməsinin aşkar olunması haqqında nəticə.
3. RY Tau ulduzunun parlaqlığının $P1=377 \pm 10$ günlük $\Delta V \sim 1^m$ amplitudla kvaziperiodik dəyişmə göstərməsinin aşkar olunması haqqında nəticə. Aşkar olunmuş periodikliyin fazalarının 1983 və 1995-ci illərdən sonra dəyişməsi haqqında nəticə.
4. DR Tau ulduzunun parlaqlığının dəyişməsinin spektral furiye-analizinin nəticəsi, 2 və 6 illik ehtimalı periodların olması və onların köməyi ilə orta illik işıq ayrısının qənaətbəxş izah oluna bilməsi haqqında nəticə.

İşin aprobasiyası:

Dissertasiyanın nəticələri müxtəlif səviyyəli beynəlxalq və respublika əhəmiyyətli konfrans və simpoziumlarda məruzə edilmiş, həmçinin sistematik olaraq BDU Astrofizika kafedrasının və AMEA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının elmi seminarlarında müzakirə olunmuşdur. O cümlədən:

1. Gənc tədqiqatçıların və doktorantların XIV Respublika elmi konfransında, Bakı, 4 dekabr, 2009-cu il.

2. “Dəyişən ulduzlar-2010” beynəlxalq elmi konfransında, Ukrayna, Odessa, 16-21 avqust, 2010-cu il.
3. Avropa Astronomiya Cəmiyyətinin JENAM S9 simpoziumunda, Sankt-Peterburq, 4-7 iyul, 2011-ci il.
4. Gənc tədqiqatçıların və doktorantların XVI Respublika elmi konfransı, Bakı, 21 dekabr, 2011-ci il.
5. “Astronomiya informasiya partlayışı mərhələsində” Avroasiya Astronomiya Cəmiyyətinin beynəlxalq konfransı, Moskva, 28 may-1 iyun, 2012-ci il.
6. BAI-nin Baş Assambleyasında İAU S292 “Molekulyar qaz, qalaktikada ulduzların yaranması” simpoziumunda, ÇXR, Pekin, 20-31 avqust, 2012-ci il.

Nəşrlər

Dissertasiyanın materialları 13 məqalədə və 6 tezisdə çapdan çıxmışdır [189-207].

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.

Dissertasiya Girişdən, üç fəsildən, Yekundan və 172 adda istinaddan ibarət olan Ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyada cəmi 35 şəkil və 32 cədvəl var. Dissertasiyanın ümumi həcmi 162 səhifədir.

2.1. İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, qoyulan tədqiqat məsələləri verilir, alınan nəticələrin yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti qeyd olunur, aprobeasiyaların harada aparılması göstərilir, nəşrlər və müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar sadalanır. Bölmənin ikinci fəslində işin qısa məzmunu verilmişdir.

Birinci Fəsilə işdə tətbiq olunan aparatura və metodika təsvir olunur. Bu bölmənin əvvəlində RY Tau ulduzu üçün optik diapazonda istifadə olunan spektral material haqqında məlumat verilir. Daha sonra İUE arxivindən götürülmüş UB spektroqramların xüsusiyyətləri təsvir olunur. Burada həmin spektroqramların IRIS proqramında işlənməsi metodu haqqında məlumat verilir.

Bu fəsilə ayrıca 1.3 paraqrafında verilən parametrlərdə periodik tərkibi ayırd etmək üçün istifadə olunan və bu işdə fotometrik müşahidələrə tətbiq olunan statistik spektral furiye-analiz və Skargle metodları şərh olunmuşdur. Həmin hissədə cavan ulduzlar üçün fotometrik müşahidə arxivindən götürülmüş UBVR ölçmələrinin əsas xüsusiyyətləri təsvir olunmuşdur.

İkinci Fəsilə proqram ulduzlarının spektral tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Bu fəslin ilk paraqrafında cavan ulduzların tədqiqinin müasir vəziyyətinin geniş xülasəsi verilmiş, o cümlədən RY Tau və DR Tau ulduzlarının tədqiqinin qısa tarixi şərh olunmuşdur. Burada hazırkı dövrə qədər məlum olan və cavan ulduzların atmosferinin əsas xarakteristikalarını və ulduzətrafi diskin strukturunu ifadə edən modellərin xülasəsi verilmişdir. Hər bir nəzəri modelin çətinlikləri sadalanır. Hazırkı dövrdə cavan ulduzlarda maqnitosfer akkresiya modeli haqqında təsəvvürlər şərh olunur.

Bu fəslin 2.2.1-ci bəndində RY Tau ulduzunun optik diapazonda alınan spektral müşahidələrinin nəticələri şərh olunmuşdur. Ayrıca cədvəldə ŞAR-da alınan H α -He, H və K CaII xətlərinin spektral parametrləri verilmişdir. 2.2.2 bəndində UB spektroqramlardan ölçülmüş spektral parametrlərin nəticələri verilir. MgII λ 2800 Å dubleti şüalanmasının spektral parametrlərinin təhlili göstərdi ki, birmənalı şəkildə optik diapazondakı parlaqlıqla həmin şüalanma xəttinin intensivliyi arasında korrelyasiyanın olmasını demək qeyri-mümkündür. Şüalanma spektrində həm qısamüddətli, həm də uzunmüddətli dəyişmə müşahidə olunur. Nisbətən daha sıx müşahidə sırasından istifadə edərək göstərilmişdir ki, ulduzun parlaqlığının $\Delta V = 0.2^m$, yəni selin 1.2 dəfə

dəyişməsi zamanı, spektral xəttin intensivliyi bir neçə dəfə dəyişir. Götürülmüş iki müxtəlif müşahidə sırası üçün göstərilmişdir ki, birinci halda şüalanma spektri parlaqlıqla sinxron artır, ikinci halda isə əksinə, azalır. Bunlardan ayrı üçüncü müşahidə sırasında isə bu kəmiyyətlər arasında heç bir uyğunluq müşahidə olunmur. Bu da onu göstərir ki, parlaqlıqla şüalanma xətlərinin intensivlikləri bir-birindən asılı olmadan dəyişən kəmiyyətlərdir.

Göstərilmişdir ki, Mg II λ 2800 Å dubletinin şüalanmasındakı xəttin dərinliyinin (intensivliyinin) qiymətləri üçün periodiklik axtarılmışdır. Periodoqramda 2-300 günlük periodlar intervalında yaqinlik ehtimalı 90% -dən çox olan 5 ən ehtimallı tezlik seçilmişdir. Bunlardan ən ehtimallısı və qaneedici periodiklik verən $P=23.3 \pm 0.1$ günlük period müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, tapılmış periodlar içərisində nisbətən az əhəmiyyətli $7^{\text{d}}.8$ periodu diqqəti cəlb edir. Bu period fotometrik ölçmələrə əsasən digər müəlliflər tərəfindən təyin olunmuş $7^{\text{d}}.25$ periodunu xatırladır. Lakin sonuncu periodun etibarlılığı nisbətən kiçikdir.

İkinci Fəslin 2.3-cü paraqrafında DR Tau ulduzunun UB spektroqramlarının ölçmə nəticələri verilmişdir. Göstərilmişdir ki, ulduzun udulma spektri FeI, MnI, CrI, CrII, FeII xətlərinin üstünlük təşkil etdiyi soyuq spektral sinfə aiddir. Şüalanma spektri SiIII, SiIV, CIV, GdIII və s. kimi xətlərdən ibarət olub daha yüksək dərəcədə həyəcanlanmış spektrə malikdir. MgII λ 2798, 2805 Å dubleti də şüalanmada müşahidə olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, ən çox ölçmələr LWP spektroqramlardan ölçülən MgII λ 2798, 2805 Å xətləridir. Alınan materialın təhlili göstərdi ki, nə udulma spektri, nə də şüalanma spektri əsasında 50 gündən böyük olan periodların tapılması qeyri-mümkündür.

UB spektrdə ölçülən müxtəlif xətlərin intensivliyindən istifadə edərək ulduzun spektral sinfi təyin olunmuşdur. Məsələn, CrII2866Å xəttinin mərkəzi dərinliyi R_{λ} orta hesabla 0.15-dən 0.25-ə qədər aralıqda dəyişir ki, bu da spektral sinfin K8-M0 halına uyğun gəlir. FeII λ 2607 Å xəttinin intensivliyi R_{λ} 0.5-0.8 olduqda spektral sinif K1-G5-ə, FeII λ 2746 Å xəttində R_{λ} 0.15-0.20 olduqda isə spektr K2-K4V-ə uyğun gəlmişdir. Ulduzun şüalanma spektri zamana görə dəyişkən olduğuna görə udulma xətlərinin vullaşma dərəcəsinin ən zəif halı seçilmişdir. Beləliklə, göstərilmişdir ki, ulduzun spektral sinfi baxılan müddətdə K5-M0 halına uyğun olmuşdur.

Dissertasiyanın Üçüncü Fəslində proqram ulduzların fotometrik tədqiqinin nəticələri verilmişdir. 3.1 bəndində RY Tau ulduzunun işıq ayrısının statistik təhlili verilmişdir. RY Tau ulduzunun ümumi çoxillik işıq

əyrisi müxtəlif müəlliflərin ölçmələri əsasında Vesleyan universitetinin məlumatlar arxivindən götürülmüş məlumatlara görə qurulmuşdur. Bunun üçün 1962-2005-ci illəri əhatə edən 1800 fərdi UBV ölçmələri istifadə olunmuşdur. Əvvəlcə Skargle metodu əsasında işıq əyrisinin təhlilinə baxılmışdır.

3.1 bölməsində göstərilmişdir ki, 1983-cü ildə baş verən alışmadan sonra ola bilsin ki, ulduzun parlaqlığı dövrü xarakter daşımağa başlamışdır. 1983-2004-cü illər ərzində ulduzun parlaqlığı çox güman ki, $\Delta V \sim 1^m$ amplitudla 300 günlük xarakterik vaxtla dövrü xarakter daşımağa başlamışdır. Aparılan statistik təhlil göstərdi ki, ulduzun parlaqlığı baxılan zaman kəsiyində $P_1 = 377 \pm 10$ günlük periodik dəyişmə göstərmişdir. 1983-1995-ci illərdə 11 mövcud olan maksimumdan 3-ü əvvəldə, 4-ü isə dövrün sonunda tapılan periodla yaxşı uyğunluq təşkil edir. Cəmi 4 maksimumda periodikliyin pozulması müşahidə olunur. 1995-ci ildə parlaqlığın dərin enməsindən sonrakı mərhələdə P_1 periodu yaxşı saxlanılır.

Burada göstərilmişdir ki, 1995-ci il minimumundan sonra P_1 periodu saxlansa da fazaca bir qədər sürüşmüşdür. Bundan başqa, 1983-cü ilə qədərki müşahidələrin nəticələri də işıq əyrisinin P_1 periodunun fazası üzrə dəyişməsinə göstərir. Bu nəticələr göstərdi ki, nisbətən stabil periodik dəyişmə ilə yanaşı ulduzda baş verən bəzi hadisələr parlaqlığın irrequlyar dəyişməsinə səbəb olur. Parlaqlığın tapılan dəyişmə P_1 periodunun fazalarının parlaqlığın çox mühüm anlarında- 1983 və 1995-ci illərdə sürüşməsi xüsusi maraq kəsb edir. 1983-1995-ci illər aralığı üçün alınan period fazaca 1983-cü ilə qədərki müşahidələr üçün $0.5P_1$, 1995-ci ildən sonrakı mərhələ üçün $0.2P_1$ qədər sürüşmüşdür. Fazanın güman olunan bu cür sürüşməsi parlaqlığın kəskin artdığı 1983-cü ildə və 1995-ci ildəki dərin minimum anında ulduz-disk sistemində həmin anda qlobal struktur dəyişikliyi baş verməsi ilə, məsələn: diskin bir hissəsinin dağılması ilə əlaqədar ola bilər. Göstərilmişdir ki, ulduzda baş verən belə hadisənin diqqətlə izlənməsi fuor hadisəsinə izah etməyə kömək edə bilər.

3.2 bəndində RY Tau ulduzunun işıq əyrisinin uzunmüddətli dəyişməsinin spektral furiye-analizi aparılmışdır. Ən ehtimallı periodlar üçün furiye-əyrilər qurulmuş və onun qiymətləri ümumi massivdən çıxılmışdır. Alınan fərqləndirən ayrı yenidən furiye-analiz edilmiş və yeni period alınmışdır. Tətbiq olunan metod müşahidə olunan işıq əyrisində eyni bir periodun fazaca sürüşmüş hallarının birlikdə təsiri mövcud olan halda həmin periodu tapmağa imkan verir. Həmin periodik halların etibarlılığını yoxlamaq üçün biz hər bir halda alınan fərqləndirənləri ilə furiye-əyrilər arasında korrelyasiya əmsalını

hesablanmışq. Korrelyasiya əmsallarının qiymətləri hər bir növbəti çıxılmadan sonra monoton olaraq azalır. Korrelyasiya əmsalları parametrik metod olan Pirson və parametrik olmayan Kandell və Spirman üsulları ilə hesablanmışdır.

RY Tau ulduzu üçün müxtəlif massvlərdən istifadə edərək üç ədəd ən ehtimallı periodlar – 22 , 14 və 6 illik periodlar tapılmışdır. Baxılan müşahidə intervalı 1962-2004-cü illər üçün 22 illik period üçün qısa müddət sayılmalıdır. Ona görə də sintetik furiye-əyri qurularkən bu period nəzərə alınmamışdır.

3.2 bəndində göstərilmişdir ki, hesablanmış korrelyasiya əmsallarının əsasında (Pirson -0.45, Kandell – 0.32, Spirman – 0.49) göstərilmişdir ki, alınan sintetik furiye-əyriilər və müşahidə olunan işıq əyrisi qənaətbəxş formada uyğunluq təşkil edir. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, RY Tau ulduzunun işıq əyrisinin dəyişməsi birinci yaxınlaşmada onun ətrafında kepler orbitlərində hərəkət edən cisimlərin olması ilə izah edilə bilər.

3.3 bəndində enlizolaqlı fotometrik müşahidənin nəticəsindən istifadə edərək ulduzun 0.36-100 mkm intervalında spektral enerji paylanma əyrisi qurulmuşdur. Burada RY Tau üçün alınan SEP əyrisi göstərdi ki, ulduzun əsas komponentinin temperaturu 6000 K-ə yaxındır. Göstərilmişdir ki, bu temperatur spektral sinfi G1-G2 olan ulduzun temperaturuna uyğundur və digər müəlliflərin qiymətləndirmələri ilə yaxşı uyğunluq təşkil edir. Qiyməti 3000 K olan ikinci temperatur 1 mkm dalğa uzunluğundakı şüalanma artıqlığı pikinə uyğun gəlir və sistemdə əlavə şüalanma mənbəyinin olmasını göstərir. Ulduzətrafi mühitin verdiyi temperaturu 90 K temperaturu izah etmək olar.

3-cü fəslin 3.4-cü paraqrafında T Buğa tipli DR Tau ulduzunun fotometrik tədqiqinin nəticələri verilmişdir. 3.4.1-ci bölmədə qurulmuş ümumi işıq əyrisi göstərdi ki, ulduzun parlaqlığı çox güclü dəyişəndir, ayrı-ayrı mövsümlərdə parlaqlığın dəyişmə amplitudu $\sim 2^m$ qədərdir, halbuki parlaqlığın orta illik qiyməti onlarla il ərzində demək olar ki, dəyişməz qalır. Parlaqlığın müxtəlif süzgəclərdə paylanma diaqramlarından alınır ki, hər bir zolaqda alınan maksimuma nəzərən paylanma asimmetrik xarakter daşıyır. Xüsusilə U zolaqda normal paylanmadan kənaraçıxma özünü daha qabarıq göstərir, həm də parlaqlığın tez-tez azalması müşahidə olunur. Anoloji qaydada paylanmalar digər süzgəclərdə də özünü göstərir. Bundan başqa, seçilən maksimumdan sonra parlaqlığın tez-tez azalması xarakterikdir. Bu da onu göstərir ki, DR Tau ulduzu da RY Tau kimi UX Ori tipli ulduzların əlamətlərini daşıyır.

3.4.2 bəndində DR Tau ulduzunun spektral furiye-analizinin nəticəsində göstərilmişdir ki, RY Tau ulduzunda olduğu kimi, bu ulduzda da sıçrayışdan

əvvəlki və sonrakı dövrlər üçün qurulmuş furiye-əyrilər bir-biri ilə pis uyğunluq təşkil edirlər. Ona görə bu ulduz üçün sıçrayışdan sonrakı dövrün (JD 2446686-dən sonrakı) analiz olunması qərara alınmışdır.

Analiz 2 ədəd ən ehtimallı periodun -2 və 6 illik periodların olmasını aşkar etməyə imkan vermişdir. Burada həm müşahidə olunan orta illik furiye-əyri, həm də 2 və 6 illik furiye-əyrilərinin toplanmasından qurulmuş ümumi sintetik işıq əyrisi verilmişdir. Korrelyasiya əmsallarının qiymətləri göstərir ki, alınan əyrilər yaxşı uyğunluq təşkil edirlər: $p=0.01$ etibarlılıq əmsalı üçün Pirson korrelyasiya əmsalı (parametrik) $r = 0.59$, Kandell – $r=0.48$ və Spirman $r=0.63$ (qeyri-parametrik) alınmışdır. Işıq əyrisi cavan ulduzlar üçün mövcud olan Şamaxı təsnifatına görə II tip əyrilərə daha uyğun gəlir.

3.4.2 bəndində verilən fotometrik tədqiqatın nəticələrinə görə göstərilmişdir ki, qısamüddətli periodik dəyişmələr içərisində $P_1=5.^d8$ və $P_2=7.^d4$ periodları aşkar olunmuşdur. Bu periodlar bir neçə müxtəlif mövsümlərdə alınan materialların təhlili nəticəsində alınmışdır.

3.4.3 bəndində həmçinin DR Tau ulduzunun qurulmuş spektral enerji paylanması əyrisi təhlil olunur. Göstərilmişdir ki, ulduzun SEP əyrisi temperaturları 7500 K, 5000 K, 2000 K və 90 K temperaturla mütləq qara cisimlərin şüalanmasının kombinasiyası kimi təsvir oluna bilər. Bu nəticə sistemdə əlavə komponentlərin olması ehtimalını təsdiqləyir. Göstərilən temperaturlardan yalnız 5000 K spektral sinfi K0-M5 olan ulduza aid olunur. 6000 K və 2000 K temperaturları sistemdəki əlavə komponentlərin, 90 K isə ulduzətrafi dumanlığın temperaturuna aid ola bilər.

Yekunda dissertasiyada alınan əsas nəticələr sadalanır.

İşin əsas nəticələri:

1. DR Tau üçün aparılmış spektral furiye-analiz nəticəsində 2 və 6 illik uzunmüddətli period aşkar edilmiş, bunların köməyi ilə qurulmuş sintetik işıq əyrisi ulduzun orta illik işıq əyrisini və rəng-indekslərini qənaətbəxş izah etmişdir.
2. Həm udulma, həm də şüalanma xətlərinin ölçülməsi göstərdi ki, DR Tau ulduzunun spektri çox ciddi dəyişəndir. Ulduzun spektral sinfi UB spektrdəki udulma xətlərinə görə K5-M0 kimi təyin olunmuşdur. Spektrdə dəyişmə xassələrinə görə oxşar olan azı üç qrup xətlər müşahidə olunmuşdur. Bu da ulduz atmosferində müxtəlif lokal fiziki şəraitə malik oblastların olmasını göstərir.

3. RY Tau ulduzunun ümumi işıq əyrisindən 1983-2004-cü illər zaman kəsiyi üçün parlaqlığın 14 və 6 illik uzunmüddətli periodik dəyişməsi aşkar olunmuşdur. Aşkar olunan bu iki periodun kombinasiyası əsasında ulduzun orta illik işıq əyrisini yaxşı izah edə bilən sintetik işıq əyrisi qurulmuşdur.
4. Ulduzun V-parlaqlığı və şüalanmada olan MgII2800 dubletinin intensivliyinin zamana görə dəyişməsi göstərmişdir ki, ulduzun parlaqlığı və şüalanma spektri arasında birqiymətli əlaqə aşkar olunmur. Bu da ulduzun şüalanma spektri və parlaqlığının dəyişməsinin müxtəlif təbiətə malik olmasını göstərir.
5. İlk dəfə aşkar edilmişdir ki, RY Tau ulduzunun şüalanma spektrində müəyyən qrup xətlərin həm UB (MgII, HeII, CIV və s.) həm də optik (He+H və K CaII) diapazonda spektral parametrləri $P = 23.3 \pm 0.06$ günlük periodik dəyişmə göstərir.
6. Göstərilmişdir ki, 1983-2004-cü illər ərzində ulduzun parlaqlığı periodik xarakter daşıyır, lakin bəzi hallarda bu periodiklik pozulur. Amplitudu $\Delta V \sim 1^m$ olan $P_1 = 377 \pm 10$ günlük period aşkar olunmuşdur. 1983 və 1995-ci illərdə parlaqlığın kəskin dəyişməsi anlarında periodun fazaca sürüşməsi güman olunur. Bundan əlavə, mövsümlər üzrə $P_2 = 146 \pm 3$ günlük periodun olması da güman olunur.
7. RY Tau və DR Tau ulduzları üçün qurulmuş SEP əyriləri əsasında enerji paylanması artıqlıq yaradan bütün cisimlərin şüalanma temperaturu təyin olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, IQ mənbələrin temperaturu ən yüksək halda 2500-3000 K, və ən soyuq halda 90-100 K təşkil edir. 90 K temperatur, çox ehtimal ki, ulduzətrafi qaz-toz maddəsinin şüalanmasına uyğun gəlir, 2500 K temperaturu isə, həmin temperaturlu naməlum protoulduz tərəfindən yarana bilər.
8. Göstərilmişdir ki, V –parlaqlığının dəyişməsində iki $P_1 = 5.^d8$ və $P_2 = 7.^d4$ periodlarının olması ehtimal edilir. Bu periodlar müxtəlif mövsümlər üzrə işıq əyrilərinin təhlili əsasında təyin olunmuşdur. Ayrı-ayrı spektral xətlərin parametrlərinə görə periodik dəyişmələrin axtarılması heç bir nəticə verməmişdir.

Dissertasiyanın mövzusu ilə bağlı müəllifin nəşr olunmuş elmi işlərinin siyahısı:

1. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.А., Анализ кривой блеска RY Tau. // **Азерб.Астрон.Журн.** 2010, т.5, №1, стр.5-14.
2. Ismailov N.Z., Alimardanova F.N., Baheddinova G.R., Adygezalzade H.N., Ultraviolet spectrum variability of BP TAU // **Odessa Astron. Publ.** 2010, v. 23, p.46-48.
3. Ismailov N.Z., Adygezalzade H.N., Spectral and photometric researcher of RY TAU // **Odessa Astron. Publ.** 2010, v. 23, p.53-56.
4. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.Н., Переменность УФ спектра RY TAU // **Известия НАН Азерб.** 2011, т.31, № 2, стр.175-178.
5. Адыгезалзаде А.А., 10-летний мониторинг дублета MgII 2800 в спектре RY TAU // Dokt.və gənc təd. **XV elmi respublika konf. materialları** Bakı 2011, №1, səh.19-21.
6. Исмаилов Н.З., Шустарев П.Н., Адыгезалзаде А.Н., Бахаддинова Г.Р., Переменность спектра и блеска RY TAU // **Письма в Астрон. Журн.**, 2011, т. 37, №10, с.846-854.
7. Исмаилов Н.З., Шустарев П.Н., Адыгезалзаде А.Н., Бахаддинова Г.Р., Переменность спектра и блеска RY TAU // **Письма в Астрон.Журн.** 2011, т. 37, №10, с. 846-854.
8. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.Н., Бахаддинова Г.Р., Синхронный мониторинг УФ-спектра RY TAU // **Азерб.Астрон.Журн.** 2011, т.6, № 3, с.18-25.
9. Ismailov N.Z., Adygezalzade H.N., Анализ кривой блеска RY TAU // **Astron. Reports** 2012, v.89, № 2, p.157-164.
10. Исмаилов Н.З., Шустарев П.Н., Рустамов Б.Н., Адыгезалзаде А.Н., Исследование спектра и блеска RY TAU// **Известия НАН Азерб.** 2011, т.3, № 5, с.179-192.
11. Исмаилов Н.З., Шустарев П.Н., Адыгезалзаде А.Н., Бахаддинова Г.Р., Спектральный Фурье-анализ кривой блеска RY Tau // **Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri**, 2011 №1, s.190-201.
12. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.Н., Бахаддинова Г.Р., Переменность блеска и УФ спектра DR Tau // **Азерб.Астрон.Журн**, 2011, №2, с.19-26.
13. Исмаилов Н.З., Бахаддинова Г.Р., Халилов О.В., Шабанова З.Ф., Адыгезалзаде А.Н., Линии водорода и гелия в спектре IL Cep // **Известия БДУ**, 2012, № 3, səh 166-178.
14. Ismailov N.Z., Quliyev N.Kh., Adigezalzade H.N., Khalilov O.V.,

- UV and optical spectrum variability of T TAU and RY TAU // **IAU XXVIII General Assembly Symp. 292**, Beijing China, 2012, v. 8. p.44.
15. Adıgözəlzadə H.N., Planetar dumanlıqların mərkəzi ulduzlarının temperaturlarının təyini üsulları və onların müqayisəsi // **Dokt.və gənc təd. XIV elmi respublika konf.materialları** Bakı, 4-dekabr, 2009, səh.13-14.
 16. Ismailov N.Z., Adygezalzade H.N, Spectral and photometric researches of the RY Tau // **Materials of int.conf. Variably stars**, 2010. Odessa, 16-21 august. p.8.
 17. Ismailov N.Z., Shustarev P.N., Adygezalzade H.N., A brightness and spectrum variability of RY Tau // **JENAM 2011**, St.Peterburg, 4-8 July, S5-16, p.78.
 18. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.Н., Изменение дублета MgII 2800 в УФ-спектре RY Tau // **Fizikanın aktual problemləri VII Respublika Elmi Konf. materialları** Bakı, 26 noyabr 2012, səh.38-39.
 19. Исмаилов Н.З., Адыгезалзаде А.Н., Мамедханова Г.Б. Спектральный фурье-анализ кривой блеска DR TAU// **Известия НАН Азерб.** 2013, т.33, №5, стр.124-128.

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ У МОЛОДЫХ ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЬЦА - RY TAU И DR TAU

Резюме

Целью настоящей диссертационной работы является исследование нестационарных процессов у молодых звезд на примере двух наиболее активно переменных классических звезд типа Т Тельца – RY Tau и DR Tau на основании их спектральных и фотометрических наблюдательных данных.

Впервые показано, что спектральные параметры группы линий эмиссионного спектра RY Tau, как в УФ (MgII, HeII, CIV и др.), так и в оптической части (H ϵ +H и K CaII) меняются с периодом $P=23.3 \pm 0.1$ дней.

Показано, что в период времени 1983 - 2004 гг. изменение блеска звезды RY Tau носит периодический характер, но местами наблюдаются отклонения. Обнаружен период $P_1=377\pm10$ дней с амплитудой $\Delta V \sim 1^m$. Заподозрено изменение фазы найденного периода после 1983 г. и после 1995 г. Период P_1 , скорее, возникает по результатам среднегодовых изменений. Заподозрено также наличие периодических изменений блеска по сезонным наблюдениям $P_2=146\pm3$ дней.

Измерение интенсивностей как абсорбционных, так и эмиссионных линий показывает, что спектр звезды DR Tau является сильно переменным. Спектральный класс звезды по абсорбционному УФ спектру был определен как K5-M0.

Показано, что по фотометрическим V -значениям блеска DR Tau обнаруживается два значимого периода, $P_1=5.^d8$ и $P_2=7.^d4$. Эти периоды были обнаружены по результатам нескольких сезонов наблюдений. Поиск периодических изменений в параметрах отдельных спектральных линий по УФ спектру звезды не увенчается успехом.

Adigozalzade Hemail Nadir
NON-STATIONARY PROCESSES IN YOUNG T TAURI STARS
RY TAU AND DR TAU
Summary

The aim of this thesis is to study the nature of time-dependent processes in selected young classical T Tauri stars on the example of two the most active variables - RY Tau and DR Tau on the basis of their spectral and photometric observational data.

Firstly was shown that spectral parameters of the emission spectral lines of RY Tau, as in UV (MgII, HeII, CIV and others) and as in optical ranges (Ne H + and K SaII) are varying with a period $P = 23.3 \pm 0.06$ days. Summary light curves of program stars revealed two most likely long-period changes in the brightness - for RY Tau - 14 and 6 years, and for DR Tau 2 and 6 years. In combination of these periods using the Fourier spectral analysis, we have obtained a synthetic light curves which have well describe the average light curves of stars.

It is shown that the change in the intensity of emission lines and the brightness of the star RY Tau shows no definite correlation.

It is shown that for 1983 - 2004 years data variations in brightness of the star RY Tau as a whole is periodic, but sometimes there are deviations. A period $P_1 = 377 \pm 10$ days with an amplitude of $\Delta V \sim 1^m$ has been discovered. Suspected phase offset found the post in 1983 and after 1995 is suspected the presence of periodic light variations on seasonal observations with the period $P_2 = 146 \pm 3$ days.

The spectral type of the star DR Tau on absorption UV spectrum has been identified as K5-M0. It is shown that the V-band photometric values of DR Tau found two significant period $P_1 = 5.^d8$ and $P_2 = 7.^d4$. These periods have been discovered on the results of several seasons of observation. Search for periodic changes in the parameters of individual spectral lines by UV spectrum of the star will not be successful. The results lead to the conclusion that the observed spectral and photometric variability of the program stars can be interpreted as the result of the activity (dissipation and changes in the structure of the protoplanetary disk, the formation of protostars) occurring in the circumstellar disk stars.