

UOT 524.3

XIDIR MİKAYILOV¹, RUSLAN MƏMMƏDOV²CH CYG SİMBİOTİK ULDUZUNDA FOTOMETRİK VƏ SPEKTRAL
SAYRIŞMALAR

Məqalədə simbiotik ulduzlar, o cümlədən CH Cyg simbiotik ulduzu haqqında geniş məlumat verilir. Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında CH Cyg simbiotik ulduzunun 10.07.2018 tarixdə eyni gecədə həm fotometrik, həm də spektral müşahidələri aparılmışdır. Fotometrik müşahidələr Seyss-600 teleskopunda, spektral müşahidələr isə 2-metrlik teleskopda müasir CCD işıq qəbulediciləri ilə aparılmışdır. Alınmış rəqəmsal müşahidə materialları DECH və MaxImDL program qovluqları ilə işlənib təhlil edilmişdir. Spektrlər əsasında bəzi spektral xətlərin ekvivalent enləri və B, V, R filtrlərində selin qiymətləri müqayisə edilərək təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: ulduzlar, CH Cyg, fotometriya, spektral müşahidə.

Giriş. Simbiotik ulduzlar dumanlıqla əhatə olunmuş, bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olan qırmızı nəhəng və ağ cırtdandan ibarət spektral ayırd edilən qoşa ulduz sistemidir. Hal-hazırda 200-ə yaxın simbiotik ulduz məlumdur. Bəzi hesablamalara görə Qalaktikada onların sayı 30000-ə qədər ola bilər. Sistemin soyuq komponenti M tip nəhəngə çox az hallarda K və G spektral sinfinə aid olurlar. Belə sistemlərin orbital periodları 1-3 il ətrafındadır [1]. Simbiotik ulduzların əsas xarakterik xüsusiyyətlərindən biri də odur ki, onlar parlaqlıqlarını bir neçə ay ərzində 3-4^m ulduz ölçüsü qədər artırıb sonra yavaş-yavaş əvvəlki şüalanma səviyyəsinə düşürlər.

CH Cyg simbioitik ulduzu geniş spektral diapazonda ətraflı öyrənilmiş çox mürəkkəb və sirli dəyişəndir. CH Cyg simbiotik ulduzu 19-cu əsrin 80-ci illərində tapılmışdır. Onun 130 ildən artıq bir dövr üçün fotometrik müşahidələri mövcuddur [2]. O, simbiotiklər içərisində ən parlağı və ən yaxınıdır. Hipparcosun ölçmələrinə görə ulduza qədər məsafə təxminən 268 +/- 61 ps-dir (ESA 1997) [3]. Onun vizual ulduz ölçüsü maksimumda $V = 6,0^m$, minimumda $V = 10,5^m$ və infraqırmızı şüalarda daha parlaqdır və 2 m dalğa uzunluğunda ulduz ölçüsü $K = -1^m$. CH Cyg simbiotik ulduzunun ilk faydalı spektrləri Joy tərəfindən 1924 və 1927 aralığında alınmışdır.

CH Cyg şimal yarımkürəsində əlverişli yerdə (+50°) yerləşdiyindən, onun müntəzəm spektral, fotometrik, infraqırmızı və radio müşahidələri aparılmışdır. Müşahidələr göstərdi ki, müxtəlif vaxtlarda ulduzda təkrarlanan aktiv proseslər baş verir. CH Cyg sisteminin tərkibi hələ müəyyən edilməmişdir: ikili və üçlü ulduz sistemlərinin modelləri təklif edilmişdir [4].

CH Cyg simbiotik ulduzun demək olar ki, keçən əsr boyu fotoqrafik və fotometrik müşahidələri aparılmışdır. Bu müşahidələr vaxtı uzun periodlar aşkar edilməmişdir. Yalnız 90-100 günlük qısa müddətli periodik dəyişmələr aşkar edilmişdir. Sonralar bir çox tədqiqatçılar aparılmış fotometrik məlumatları toplayıb, analiz edərək parlaqlıq əyrisində bir neçə periodik dəyişmələr aşkar etmişdilər. Muzik və b. 1929-1977-ci il dövrü üçün parlaqlıq əyrisini qurmuşdular. Bu əyrini analiz edərək onlar sistemdə iki qısa 100 və 157 günlük period və 40-ci ildən sonra isə parlaqlıq əyrisindən bir uzun 780 günlük period aşkar etmişdilər. Onlar belə qənaətə gəlmişdilər ki, qısa müddətli periodik dəyişmələr qırmızı nəhəngin pulsasiyası ilə bağlıdır.

Hal-hazırda CH Cyg simbiotik ulduzu ən çox öyrənilən və ən az anlaşılan obyektlərdən biridir. Adətən hesab edirlər ki, CH Cyg-nin aktivliyi qırmızı nəhəngin küləyinin isti kom-

ponent tərəfindən akkresiyası nəticəsində ayrılan enerji ilə təmin olunur. Akkresiya edən maddənin miqdarı nəhəngin pulsasiyasından və həm də ulduzun orbital hərəkətindən asılıdır. Əlbəttə ki, əgər orbit elliptikdirsə, CH Cyg simbiotik sistemi izah etməyə yönələn ümumi qəbul olunmuş bir neçə mümkün modellər təklif olunmuşdur. Maqnit rotator modelinə [5] görə CH Cyg pulsasiya edən qırmızı nəhəngdən və dartılmış orbitdə 5700 günlük periodla hərəkət edən güclü maqnit sahəsinə malik ağ cırtıdan ibarət qoşa sistemdir. Hinkle və b. CH Cyg infraqırmızı spektrində şüa sürətlərinin 756^d günlük periodla requlyar dəyişməsinə aşkar etdilər. Onlar onu uzun periodlu ($P = 5300^d$) qoşa sistemdə qısa periodlu ($P = 756^d$) daxili orbitdə olan 3-cü bir ulduzun G-cırtının mövcudluğu ilə izah etdilər. Sonralar yeni müşahidələr və bəzi dəqiqləşdirmələrdən sonra Hinkle 3 ulduz modelindən imtina etdi və CH Cyg-ni qoşa sistem kimi təklif etdi [6].

Mikayilov və b. 5650^d uzun period təklif etməklə [7] 1998-2001-ci illərdə, Iijima və b. 1995-2004-cü illərdə alınmış spektrlər əsasında qırmızı nəhəngin fotosfer xətlərinə görə şüa sürətlərində 756^d günlük periodun optik oblastda da mövcud olduğunu aşkar etdilər [8], alınan nəticələr CH Cyg simbiotik sistemin 3 ulduzdan ibarət olmasını dəstəklədi.

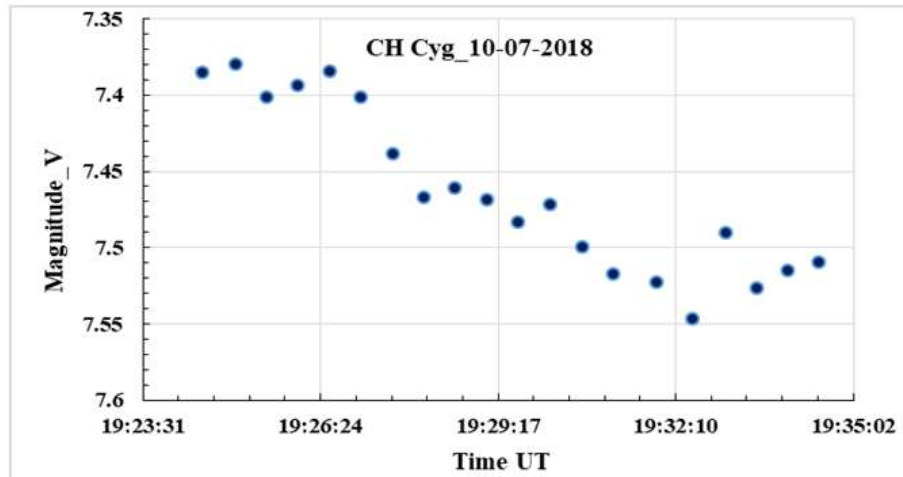
CH Cyg simbiotik sistemin təbiətinin araşdırılması üçün yüksək dispersiyalı spektral müşahidələr zaman ayırd etməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Ulduzun aktiv və sakit hallarında emissiya və absorbsiya xətlərinin, şüa sürətlərinin və ekvivalent enlərinin yüksək dəqiqliklə təyini, aşkar olunmuş periodik dəyişkənliklərin dəqiqləşdirilməsinə və sistemin geometriyasını öyrənməyə imkan verir. 1963-cü ildən etibarən aktivlik həyatına qədəm qoyduqdan sonra ulduzun müasir dövrümüzə qədər çox intensiv fotometrik və spektral müşahidələri aparılmasına baxmayaraq, ulduzun təbiəti haqqında suallar hələ də açıq olaraq qalır.

Tədqiqat metodu. Fotometrik müşahidə. Fotometrik müşahidənin ardıcıl davam etmə müddəti 12 dəqiqə olmuşdur. Bu müddət ərzində ekspozisiya 5 san olmaqla 100-ə yaxın kadr alınmışdır. Müşahidə materialının işlənməsi MaxImDL proqramında aperture fotometriyanın standart prosedurlarına uyğun yerinə yetirilmişdir. Ölçmə dəqiqliyini artırmaq və kadrları kosmik hissəciklərin izlərindən təmizlənməsi üçün 5 kadr ortalaşdırılmışdır. Bir neçə müqayisə ulduzlarından o cümlədən SAO 31628 tutulan qoşa ulduzdan da kontrol kimi istifadə olunmuşdur [9].

Bu işdə də MaxImDL proqramı ilə təhlil müəyyən ardıcılıqla aparılmışdır. Çəkilən Bias kadrlarının ortalamaları (B_{ort}) alınır. Daha sonra hər bir Dark kadrlarından Bias ortalaması çıxılır və Biasdan çıxılmış Dark kadrlarının ortalaması (D_{ort}) alınır. Eyni qaydada Flat kadrlarından sırayla B_{ort} və D_{ort} çıxılır və bu təmizlənmiş Flat kadrlarının ortalaması (F_{ort}) alınır. Daha sonra isə obyektin hər bir görüntüsündən B_{ort} və D_{ort} çıxılıb və F_{ort} görüntüsünə bölünür. Bütün bu proseslərə “kosmik hissəciklərdən təmizlənmə metodu” deyilir.

Şəkil 1-də CH Cyg ulduzunun 10 iyul 2018-ci ildə ŞAR-ın ZEİSS-600 teleskopunda aparılmış fotometrik müşahidələr zamanı aşkar olunmuş ulduz ölçüsünün dəyişməsinin təsviri verilmişdir.

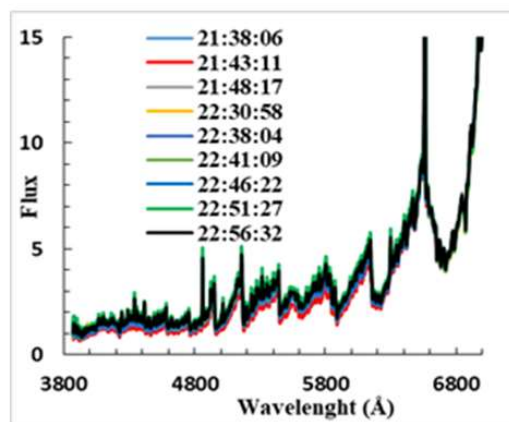
Şəkildən də göründüyü kimi 10.07.2018-ci il tarixdə aparılan müşahidə zamanı məlum olmuşdur ki, saat 19:26:33-dən 19:32:26-dək, yəni 7 dəq ərzində ulduzun parlaqlığı azalmış ulduz ölçüsü $0,16^m$ qədər zəifləmişdir. Ümumi olaraq müşahidə müddətində (12 dəqiqə) ulduzun parlaqlığı $0,17^m$ ulduz ölçüsü qədər dəyişmişdir.



Şəkil 1. CH Cyg-nin V filtrində parlaqlıq əyrisi.

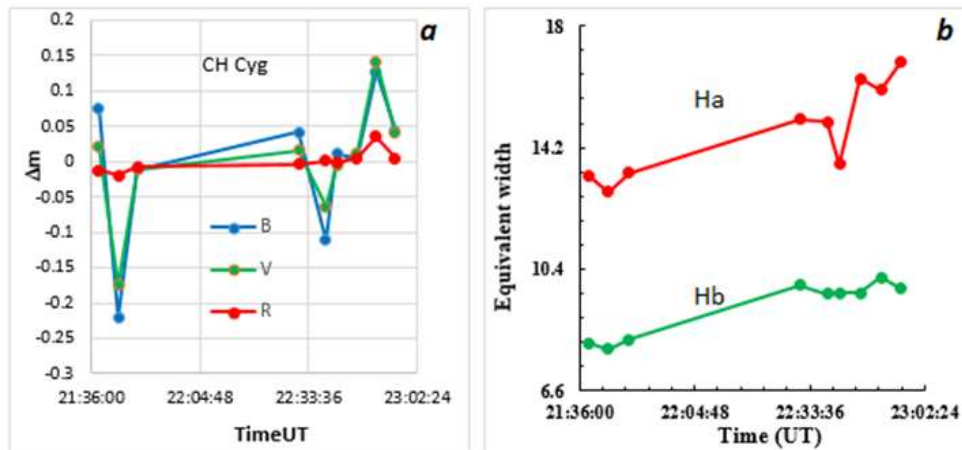
Spektral müşahidələr. CCD ilə rəqəmli xəyallar alındığından onlarla işləmək üçün xüsusi proqramların yaradılması tələb olunmuşdur. İndiki dövrdə istənilən astronomik müşahidə materiallarının işlənməsi üçün astronomlar tərəfindən qəbul edilmiş güclü standart proqram qovluqları vardır. Bu proqramlar ABŞ sistemi olan İRAF (Image Reduction and Analysis Facility) və Avropa sistemi olan MİDAS (Munich Image Data Analysis System) proqram qovluqlarıdır. Bu proqramlar UNIX əməliyyat sistemində işləyirlər. MDB məkanında isə, o cümlədən Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında CCD – eşelle spektrlərin alınması və işlənməsi Rusiya Xüsusi Astrofizika Rəsədxanasında yazılmış DECH proqram qovluğu ilə aparılır. DECH proqramı vasitəsi ilə istənilən tip eşelle və hətta bir tərtibli klassik spektrləri işləmək mümkündür. Bu proqramların mənimsənilməsi asandır, MS DOC və OS Windows əməliyyat sistemlərində işləyir.

Ulduz spektrində tezdəyişmələri (sayrışmaları-flickering) aşkara çıxarmaq üçün CH Cyg simbiotik ulduzun 2-metrlik teleskopda 300 san ekspozisiya ilə 9 ardıcıl spektrləri alınmışdır (şəkil 2). Bütün spektrlər mütləq sel vahidləri ilə verilmişdir. CH Cyg simbiotik ulduzun spektrləri Dech proqram qovluğunun yeni versiyası DECH 30 ilə işlənilib emal edilmişdir [10].



Şəkil 2. CH Cyg ulduzunun $\lambda\lambda$ 3800-7000 Å dalğa uzunluğu oblastında spektri.

Spektrlər əsasında bəzi spektral xətlərin ekvivalent enləri və B, V, R filtrlərində selin qiymətləri müqayisə edilərək təhlil edilmişdir. Alınan nəticələr şəkil 3-də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi ekvivalent enlərin dəyişməsi selin dəyişməsi ilə eyni xarakter göstərir.



Şəkil 3. CH Cyg ulduzun spektrində tezdəyişmələr. *a* – B, V, R filtrlərində selin dəyişməsi, *b* – H_{α} və H_{β} xətlərinin ekvivalent enlərinin dəyişməsi.

Nəticə: Ümumi olaraq müşahidə müddətində (12 dəqiqə) CH Cyg simbiotik ulduzunun parlaqlığı 0,17^m ulduz ölçüsü qədər dəyişmişdir. Ulduzun parlaqlığının azalması ilə hidrogen xətlərinin ekvivalent enləri azalır və bu özünü H_{α} xəttində daha kəskin göstərir. Eyni zamanda fotometrik və spektral müşahidələrin müqayisəsindən (şəkil 1 və şəkil 3) görünür ki, parlaqlıqdakı qısa müddətli dəyişkənlik özünü spektral parametrlərdə də göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Belczynski K., Mikolajewska J., Munari U., Ivison R.J., Friedjung M. A catalogue of symbiotics stars // *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 2000, v. 146, pp. 407-435.
2. Mikolajewski M., Mikolajewska J., Khudiakova T.N. A long-period symbiotic binary CH Cygni. I – A hundred years' history of variability // *Astronomy and Astrophysics*, 1990, v. 235, № 1-2, pp. 219-223.
3. Munari U., Renzini A., Bernacca B. L. Hipparcos–Venice '97 (ESA SP-402). 1997, p. 413.
4. Hinkle K.H., Fekel F.C., Johnson D.S., Scharlach W.W.G. The triple symbiotic system CH Cygni // *AJ*, 1993, pp. 1074-1086.
5. Mikolajewski M., Mikolajewska J., Tomov T., Kulesza B., Szczerba R. Symbiotic binaries. III – Flickering variability of CH Cygni: Magnetic rotator model // *AcA*, 1990, v. 40, pp. 129-157.
6. Hinkle K.H., Fekel F.C., Joyce R., *Infrared Spectroscopy of Symbiotic Stars. VII. Binary Orbit and Long Secondary Period Variability of CH Cygni* // *ApJ*, 2009, v. 692, pp. 1360-1372.
7. Mikailov Kh.M., Khalilov V.M. Spectral investigations of the symbiotic star CH Cygni // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, 2005, v. 21, № 6, pp. 452-460.

8. Iijima T., Naito H., Narusawa S. High-velocity equatorial mass ejections and some other spectroscopic phenomena of the symbiotic star CH Cygni in an active stage // *Astronomy & Astrophysics*, 2018, v. 622, A45, pp. 2-15.
9. Henden A., Munari U. UBVR(I)C photometric sequences for symbiotic stars // *Astronomy and Astrophysics*, October IV 2006, v. 458, issue 1, pp. 339-340.
10. <http://www.gazinur.com/DECH-software.html>

¹*Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası*

E-mail: mikailov.kh@gmail.com

²*AMEA Naxçıvan Bölməsi*

E-mail: ruslan_rtm@yahoo.com

Khidir Mikailov, Ruslan Mammadov

PHOTOMETRIC AND SPECTRAL FLICKERING IN THE SYMBIOTIC STAR CH CYG

The paper provides detailed information on symbiotic stars, including the symbiotic star CH Cyg. Both photometric and spectral observations of the CH Cyg symbiotic star were carried out on the same night on 10-07-2018 at the Shamakhi Astrophysics Observatory. Photometric observations were made at the Seyss-600 telescope, and spectral observations were made at a 2-meter telescope with modern CCD light receivers. The obtained digital observation materials were developed and analyzed with DECH and MaxImDL software folders. Based on the spectra, the equivalent widths of some spectral lines and the flux values in filters B, V, R were compared and analyzed.

Keywords: *stars, CH Cyg, photometry, spectral observation.*

Хыдыр Микайлов, Руслан Мамедов

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕРЦАНИЯ У СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗВЕЗДЫ СН СУГ

В статье представлена подробная информация о симбиотических звездах, в том числе о звезде СН Суг. Как фотометрические, так и спектральные наблюдения симбиотической звезды СН Суг были проведены в одну ночь 10.07.2018 в Шамахинской астрофизической обсерватории. Фотометрические наблюдения проводились на телескопе Зейсс-600, спектральные – на 2-метровом телескопе с современными ПЗС-приемниками света. Полученные материалы цифровых наблюдений были обработаны и проанализированы с помощью программных пакетов DECH и MaxImDL. На основе спектров сравнивались и анализировались эквивалентные ширины некоторых спектральных линий и значения потока в фильтрах В, V, R.

Ключевые слова: *звезды, СН Суг, фотометрия, спектральное наблюдение.*

(AMEA-nın müxbir üzvü Namiq Cəlilov tərəfindən təqdim edilmişdir)

Daxilolma tarixi: İlkin variant 08.05.2021

Son variant 16.06.2021