

ULDUZLARIN FOTOMETRİK MÜŞAHİDƏ METODİKASI

RUSLAN MƏMMƏDOV, QULU HƏZİYEV, ÜLVÜ VƏLİYEV

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi

Batabat Astrofizika Rəsədxanası¹,

Naxçıvan Dövlət Universiteti²

E-mail: ruslan_rtm@yahoo.com

Ulduzların fotometrik dəyişkənliklərinin tədqiqi, ulduzlarda gedən prosesləri öyrənmək və onlar haqqında daha dolğun məlumat öyrənməyə imkan verir. Astronomiyada əsas tədqiqat metodlarından biri fotometrik müşahidələrin aparılması metodikasıdır. Fotometrik müşahidələri aparmaq və müşahidə zamanı alınan təsvirlərin oxunması üçün xüsusi proqramlar hazırlanır. Bu proqramlardan biri və ən çox istifadə olunanı MaxIm DL proqramıdır. Bu işdə də ulduzların fotometrik müşahidə metodikasına baxılmışdır.

Açar sözlər: ulduzlar, ulduz ölçüsü, fotometriya, müşahidə.

GİRİŞ

Kainatın görünən kütləsinin 98%-i ulduzların hesabınadır. Ulduzlar Günəşə oxşar qaz küreləridirlər: onların işıqlanmasına səbəb nüvələrində gedən istilik nüvə reaksiyalarıdır. Ulduzlar bizdən olduqca uzaq məsafədədirlər. Bizə ən yaxın ulduz Piroksima ulduzudur, ona qədər məsafə $1,3 \text{ pk}=4,3 \text{ i.i.}$ Günəşdən bizə işıq 8 dəqiqəyə, bu ulduzdan isə 4,3 ilə gəlib çatır. Günəşə tərifi fəzada ulduzların sıxlığı 1 pk^3 -də 0,14 ulduz, onlar arasında orta məsafə təxminən 3 pk-dir.

Ulduzlar olduqca müxtəlifdirlər, odur ki, ulduzları öyrənmək üçün onları qruplara bölürlər. Eyni bir qrupa daxil olan ulduzlar oxşar xarakteristikalara malikdirlər. Əksər ulduzlar parlaqlıqlarını sabit saxlayır. Belə ulduzlar normal ulduzlar adlanır. Zaman keçdikcə parlaqlıqlarını dəyişərsə belə ulduzlar dəyişən ulduzlar adlanır. Əksər ulduzların spektri Günəşin spektrinə oxşardır: görünən oblastda kəsilməz spektrin fonunda çoxlu sayda tutqun udulma xətlərindən ibarətdir. Bir sıra ulduzların spektrində həmçinin emissiya xətləri müşahidə olunur. Ulduzların spektrlərinin fərqli olması onların atmosferlərinin fiziki xarakteristikalarının (temperatur, təzyiq və s.) fərqli olmasının nəticəsidir.

Göy cisimlərinin parlaqlığını səciyyələndirən kəmiyyət görünən ulduz ölçüsü adlanır. Qeyd edək ki, ulduz ölçüsü ilk astrofotometrik kəmiyyətdir və göy cisminin həndəsi ölçüsünə aid deyil. Adi gözlə görünən ulduzların parlaqlıqlarını qiymətləndirmək üçün qədim yunan alimi Hipparx b.e.ə. II yüzillikdə ulduz ölçüləri şkalası daxil etmişdir. O, 1-ci ölçülü ulduzlara ən parlaq, 6-cı ölçülü ulduzlara isə ən zəif ulduzları aid etmişdir. Aralıq parlaqlıqlı ulduzların ulduz ölçüləri aşağıdakı prinsipə müəyyən edilmişdir. 2-ci ölçülü ulduzlar 1-ci ölçülü ulduzlardan neçə dəfə zəifdirlərsə, onlar 3-cü ölçülü ulduzlardan o qədər dəfə parlaqdırlar və.s. Bu prinsip müasir astronomiyada istifadə olunan ulduz ölçüləri şkalasını qurarkən tətbiq olunmuşdur. Bu şkalanı 1856-cı ildə ingilis astronomu Poqson N. təklif etmişdir. Belə qəbul olunmuşdur ki, bir obyektin ulduz ölçüsü digərindən 5 vahid böyükdürsə, bu obyektin işıqlanması digərindən 100 dəfə kiçikdir. Beləliklə, ulduz ölçüsü şkalası əsası $(100)^{1/5}=10^{0,4}=2,512$ olan

loqarifmik şkaladır. Işıqlanmaları E_1 və E_2 olan obyektlərin uyğun ulduz ölçüləri m_1 və m_2 -dirsə

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{-(m_1-m_2)} \quad (1)$$

Bir obyektin ulduz ölçüsü digərindən bir vahid böyükdürsə, o digərindən 2,512 dəfə zəif görünür və ya tərsinə; bir obyektin ulduz ölçüsü digərindən bir vahid kiçikdirsə, o digərindən 2,512 dəfə parlaq görünür. Parlaqlığın böyüməsi obyektin ulduz ölçüsünün kiçilməsi kimi ifadə olunur. $\lg 2,512=0,4$ odur ki, (1) düsturu loqarifmik şəkildə aşağıdakı kimi yazılır:

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = -0,4 (m_1-m_2) \quad (2)$$

və ya

$$m_1-m_2 = -2,5 \lg \frac{E_1}{E_2} \quad (3)$$

(1), (2) və ya (3) Poqson düsturu adlanır. Poqson düsturu iki göy cisminin işıqlanmaları nisbəti məlum olduqda onların ulduz ölçüləri fərqi və ya tərsinə: məlum ulduz ölçüləri fərqi görə onların işıqlanmaları nisbətini tapmağa imkan verir [1, 2].

Ulduz ölçüsü kəmiyyəti yalnız ulduzlara deyil, həmçinin, görünən bucaq ölçüsünə malik göy cisimlərinə (planetlərə, kometlərə, peyklərə, Aya, Günəşə) aiddir. Göy cisimlərinin ulduz ölçüləri diapazonu çox genişdir. Günəş ən parlaq görünən göy cisimidir, onun ulduz ölçüsü $-26,78^m$ -dir. Hal-hazırda ən böyük teleskopda müşahidə oluna bilən ən zəif ulduzun ulduz ölçüsü $+24^m$ -dir. Ulduz ölçüləri diapazonun çox geniş ($-26,78^m \div +24^m$) olması göy cisimlərinin işıqlıqlarının və onlara qədər məsafələrin fərqli olmasının nəticəsidir.

Parlaqlığın ölçülməsində istifadə olunan işıq qəbuledicilərindən növündən asılı olaraq ulduz ölçüləri müxtəlif olur. Adi gözlə və ya vizual fotometr ilə təyin olunan ulduz ölçüsü vizual ulduz ölçüsü adlanır (m_v). Ulduzların fotoemulsiyada alınan xəyalının fotometrik

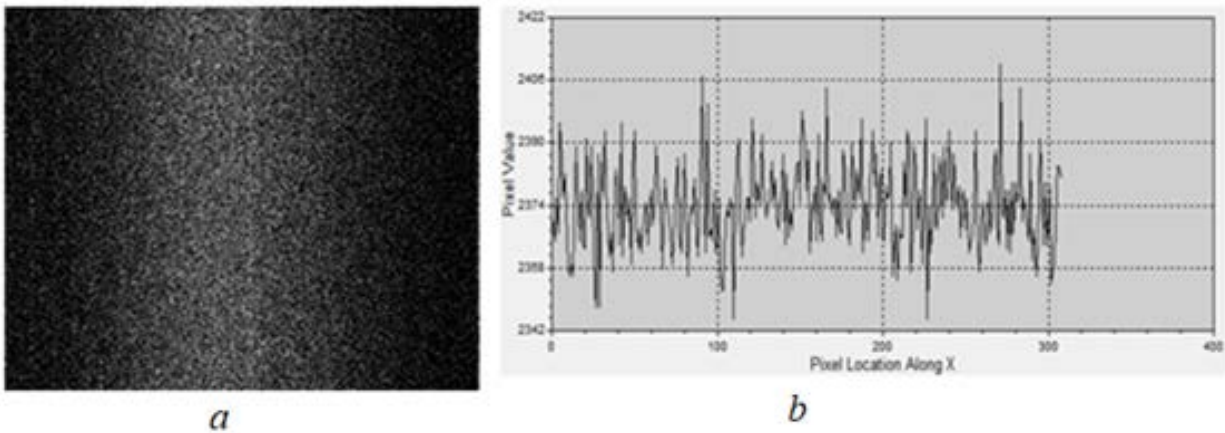
üsulla ölçülməsi ilə alınan ulduz ölçüsünə fotoqrafik ulduz ölçüsü deyilir (m_{pg}). Xəyal xüsusi sarı işıq süzgəci ilə təchiz olunmuş ortoxromatik və ya izoxromatik emulsiyada alındıqda ulduz ölçüsü fotovizual ulduz ölçüsü adlanır (m_{pv}) [2].

Ulduzdan gələn şüalanma selini daha dəqiq təyin etmək üçün xüsusi işıq süzgəcləri sistemi seçilməlidir. UBV fotometrik sistemi amerikan astrofizikləri Morqan və Conson tərəfindən yaradılmışdır. Həmin sistemdə üç növ işıq süzgəcindən istifadə olunur. Bu süzgəclər ultrabənövşəyi (U), göy (B), və sarı-vizual (V) spektr oblastında işığı buraxır və uyğun ulduz ölçüləri ultrabənövşəyi (U), göy (B), sarı (V) ulduz ölçüləri adlanır. Ulduz və qalaktikaların müxtəlif tip fotometrik dəyişkənliklərinin tədqiqi, onlarda gedən prosesləri öyrənmək üçün vacibdir.

Tədqiqat metodu və nəticə

Astronomiyada əsas tədqiqat metodlarından biri fotometrik müşahidələrin aparılması metodikasıdır. Optik sistemin verdiyi və qəbuledicinin yaratdığı müxtəlif təhrifləri aradan qaldırmaq üçün obyektə əlavə CCD kameradan müxtəlif əlavə köməkçi dərəcələmə kadrları da çəkilir. Bunlar *bias*, *dark*, *flat* kadrlarıdır [3, 4]. Köməkçi kadrlar haqqında aşağıda qısa məlumat vermişik.

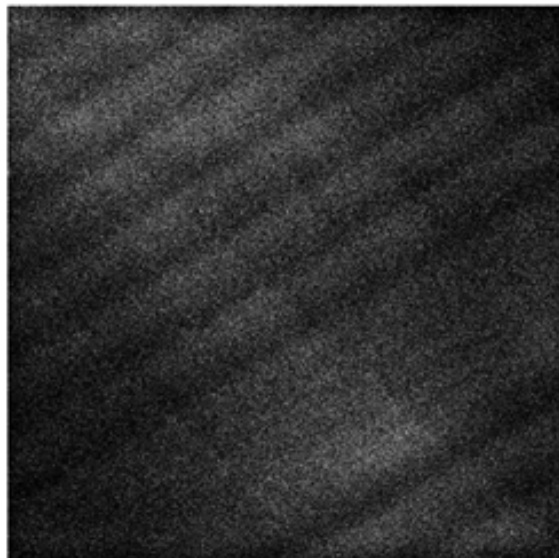
BIAS – intensivliyi sıfır olan və sıfır ekspozisiya ilə çəkilən kadrdir (şəkil 1-də Bias dərəcələmə kadrından nümunə verilmişdir), alınan təsvirdə əlavə yüklərin real siqnala görə təhriflərini düzəldir və CCD matrisin elektron sisteminin sıfır nöqtəsini müəyyən edir. Bias təsvirinin strukturu əsasən stabil olub CCD matrisinin mövcud temperaturdakı vəziyyətindən asılıdır. Hər süzgəcdə ən az üç BIAS kadri çəkilir.



Şəkil 1. a -Bias, b-Bias-ın kadrda verdiyi siqnal.

Dark – CCD pikselləri tərəfindən qaranlıq halında termoelektronların yaratdığı küydür (şəkil 2-də Dark dərəcələmə kadrından nümunə verilmişdir). Yaranan termoelektronların sayı matrisin temperaturundan və ekspozisiya müddətindən asılıdır. Qaranlıq cərəyanı aşağı salmanın ən effektiv yolu CCD matrisin soyudulmasıdır. Dark kadrları almaq üçün

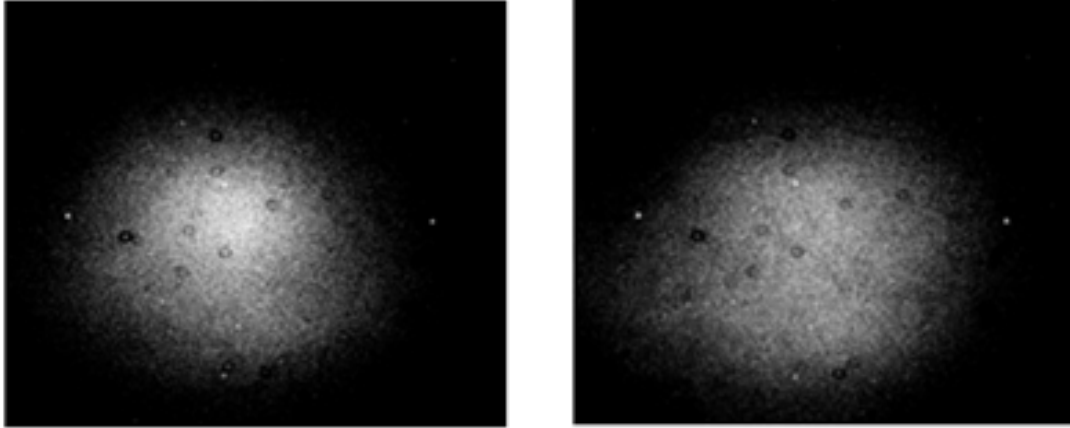
CCD kameranın pəncərəsi qapalı olmalıdır. Dark kadrlarında siqnalın qeyri-xətlliyini aradan qaldırmaq üçün onun ekspozisiya müddəti obyektin təsvirinin alınmasına sərf olunan müddətə bərabər olmalıdır. Eyni zamanda dark kadrlarının alındığı temperatur təsvirin alındığı temperaturla eyni olmalıdır. Hər süzgəcdə ən az üç DARK kadri çəkilir.



Şəkil 2. Dark.

Flat – CCD matrisin piksellərinin müxtəlif kvant çıxışına malik olması, matrisin qeyri bərabər işıqlanması, matris səthində toz və çirkin qara həlqələr şəklində görünməsi, matris piksellərinin müxtəlif həssaslığa malik olmasına gətirib çıxardır. Belə aşağı tezlikli qeyri- bircinslikləri səth üzrə düzəliş etmək üçün müstəvi sahə (flat field) dərəcələmə kadri alınmalıdır. Fotometrik müşahidə zamanı Flat kadrlarının alınması

da çox vacibdir. Flat kadrları axşamüstü və ya səhər tezdən ulduzlar görsənməmiş səmanın şəklini çəkməklə alınır. (axşam Günəş batandan sonra, şərq tərəfdə alatoran (tam qaralmamış) havada çəkilə bilər). Çalışmaq lazımdır ki, flat kadrında ulduz xəyalı olmasın və ekspazisiya müddəti çox qısa (3-5 san) olsun. Müşahidə zamanı ən az 3-5 kadr çəkilir. Şəkil 3-də müxtəlif süzgeçlərdə çəkilmiş flat kadrları verilmişdir.



Şəkil 3. Müxtəlif süzgeçlərdə çəkilmiş Flat kadrları.

Dərəcələmə kadrlarının emal edilməsində ilk addım həmin kadrların ortalaşdırılmış (super) kadrının alınmasıdır. Sonrakı mərhələdə ortalaşmış dərəcələmə kadrları istifadə olunacaqdır.

Kadrları toplayarkən median ortalama əməliyyatından istifadə edilir. MaxIm DL proqramında median ortanın tapılması bir sıra üstünlüklərə malikdir. Median üzrə ortalama zamanı təsadüfən çəkilmiş kadrlardan biri fərqli qaralmaya malikdirsə, median üzrə ortalaşdırılmış kadrda bu fərq özünü bir o qədər də bürüzə vermir [5, 6].

Dərəcə kadrlarından əlavə olaraq ulduzun (obyektin) parlaqlığını təyin etmək və onda dəyişməni müşahidə etmək üçün standart ulduz da seçmək lazımdır.

Ulduzların fotometrik müşahidələri MaxIm DL proqramı ilə aşağıdakı kimi müəyyən ardıcılıqla aparılır. Obyekt və dərəcə kadrları çəkilir. Çəkilən bias kadrlarının ortalamaları alınır. Hər bir dark kadrlarından bias ortalaması çıxılır və biasdan çıxılmış dark kadrlarının ortalaması alınır. Eyni qaydada flat kadrlarından sırayla bias və dark ortalamaları çıxılır. Təmizlənmiş flat kadrlarının ortalaması alınır. Bu proseslər vasitəsilə kadr kosmik hissəciklərdən təmizlənir və təmiz CCD kadr alınmış olur. Nəticədə CCD kadrı artıq emala hazır olur.

- [1] R.Ə. Hüseyinov. Ümumi astrofizika. Dərs vəsaiti, "Bakı Universiteti", Bakı: 2010, 368 s.
- [2] N.Z. İsmayilov. Praktiki Astrofizika/Dərs vəsaiti. BDU nəşr., Bakı: 2012, 180 s.
- [3] S.M. Birkmann, O. Krause, D. Lemke. Very Cold and Massive Cores near ISOSS J18364-0221: Implications for the Initial Conditions of High-Mass Star Formation. *Astrophys.J.*, Washington: 2006. 637, p. 380-383.

- [4] S. Howell. "Handbook of CCD Astronomy" . Cambridge Univ. Press, Cambridge: 2000, 161 p.
- [5] D.L. MaxIm CCD Imaging Software V.4, Diffraction Limited, Ottawa: 1997-2005.
- [6] <http://astrotourist.info/kalibrovka-kadrov-v-maxim-dl>

Ruslan Mammadov, Gulu Haziev, Ulvu valiyev

METHODOLOGY OF PHOTOMETRIC OBSERVATION OF STARS

The study of photometric variations of stars allows to study the processes taking place in stars and to learn more complete information about them. One of the main research methods in astronomy is the method of conducting photometric observations. Special programs are being developed for conducting photometric observations and reading images obtained during observation. One of these programs and the most used one is the MaxIm DL program. In this work, the method of photometric observation of stars was considered.