NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

01.00.00-FIZIKA-MATEMATIKA
journal.namdu.uz
PHYSICS AND MATHEMATICS

UO‘ K 527.7:520.2

BL LAC 2200+420 SHAKLLANAYOTGAN GALAKTIKA RAQAMLI MA’LUMOTLARINING FOTOMETRIYASI

Nurmatova Sevara Ravshanbek qizi
Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti assistenti
ORCID: 0009-0003-3261-2191
Email: 98sevimli@gmail.com
fizika-matematika fanlari doktori, professor K.T.Mirtadjiyeva
O‘ zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Astronomiya instituti laboratoriya mudiri
ORCID: 0000-0002-1172-9054
Email: mkt1959@mail.ru

Annotatsiya*: Ushbu maqolada Maydanak balandtog‘ observatoriyasida xalqaro WEBT loyihasi doirasida olib borilgan kuzatuvlar asosida BL Lac 2200+420 blazarining fotometrik tadqiqoti natijalari bayon etilgan. Tadqiqotning maqsadi IRAF dasturiy paketida tasvirlarga birlamchi ishlov berish orqali obektning ko‘ p rangli ravshanlik egri chiziqlarini qurish va uning o‘ zgaruvchanlik qonuniyatlarini aniqlashdan iborat. Maqolada blazarning qisqa va uzoq muddatli o‘ zgaruvchanlik xususiyatlari hamda undagi relyativistik jet dinamikasi ilmiy tahlil qilingan.*

Kalit so‘ zlar*: yadrosi aktiv galaktikalar, blazarlar, BL Lac 2200+420, Maydanak observatoriyasi, IRAF dasturi, fotometriya, ravshanlik egri chizig‘ i, WEBT loyihasi.*

ФОТОМЕТРИЯ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ФОРМИРУЮЩЕЙСЯ ГАЛАКТИКИ BL LAC 2200+420

Аннотация: В данной статье представлены результаты фотометрического исследования блазара BL Lac 2200+420 на основе наблюдений, проведенных на высокогорной обсерватории Майданак в рамках международного проекта WEBT. *Целью исследования является построение многоцветных кривых блеска и определение закономерностей переменности объекта путем первичной обработки изображений в программном пакете IRAF.* В работе научно проанализированы характеристики краткосрочной и долгосрочной переменности блазара, а также динамика его релятивистских джетов.

Ключевые слова: *активные ядра галактик, блазары, BL Lac 2200+420, обсерватория Майданак, программа IRAF, фотометрия, кривая блеска, проект WEBT.*

PHOTOMETRY OF DIGITAL DATA FROM THE FORMING GALAXY BL LAC 2200+420

Annotation: This article presents the results of a photometric study of the blazar BL Lac 2200+420 based on observations conducted at the Maidanak High-Altitude Observatory within the international WEBT project. *The research aims to construct multi-band light curves and determine the object’s variability patterns through data reduction using the IRAF software package.* The paper scientifically analyzes the short-term and long-term variability characteristics of the blazar, along with its relativistic jet dynamics.

Key words: *Active Galactic Nuclei, blazars, BL Lac 2200+420, Maidanak Observatory, IRAF software, photometry, light curve, WEBT project.*

Kirish

Ko‘ pgina galaktikalar markazlarida juda katta qora tuynuklarga ega deb hisoblanadi. Ushbu qora tuynuklar ichiga spiral tushadigan materiallardan iborat bo‘ lgan to‘ planish disklari muzokara qilinadi va mavjud deb topiladi. Materiallar to‘ planish diskiga tushganda, ishqalanish va tortishish kuchlari ta’sirida isitiladi [2:118]. Buning natijasida hosil bo‘ lgan energiya kvazarning markazida otilib chiqadi [2:120].

Kvazar galaktika markazidagi o‘ ta massiv qora tuynuk atrofida uni quvvatlantirish, energiya ishlab chiqarish, yig‘ ish diskiga tushishi uchun yetarli material bo‘ lganda hosil bo‘ ladi. Ma’lum bo‘ lgan kvazarlar juda uzoq galaktikalar

bo‘ lib, ulardan yorug‘ lik bizga milliardlab yillar davomida yetib kelgan. Kvazar–markazi qora tuynukli galaktika bo‘ lib, uning to‘ planish diski–qora tuynuk ichiga aylanadigan materiyaga ega.

Blazar bu–kvazarning hususiy holi bo‘ lib, u o‘ zidan o‘ ta kuchli plazma nurlarini taratadi [4:812]. Blazar taratayotgan plazma oqimini relyatvistik oqim deb ham ataladi [2:132]. Bunda, kvazar markazida ikkita nur o‘ zaro qarama–qarshi ikki tarafga favqulodda kuchli quvvat va shiddat bilan otilib chiqib turgan bo‘ ladi [4:815].

Ushbu plazma oqimi o‘ zining yo‘ lidan chiqqan har qanday jismni yo‘ q qilib yuborishi mumkin. “Blazar” nomi kvazar, hamda, BL–kaltakesak (BL Lacertae) nomlaridan yasalgan. Umuman aytganda, kuzatuvlar orqali blazarlarning tabiati, ularning tuzilishi, ularda kechayotgan yadroviy jarayonlar va ulardagi energiya manbalari o‘ rganiladi [2:140]. Blazarlar tadqiqoti galaktikalarning kelib chiqishi hamda ularning evolyutsiyasini yanada chuqurroq o‘ rganishga imkon beradi.

Blazarlar bo‘ yicha yana bir muammo ulardagi akretsion disklar muammosini to‘ liq yechimi topilmaganidir [1:105]. Shu va shunga o‘ xshash muommolarni yechish uchun blazarlarni tadqiq qilish va fotometrik kuzatuvlar olib borish o‘ z dolzarbligini yo‘ qotmagan. Shu borada ushbu ishda BL Lac 2200+420 nomli blazarining fotometrik tadqiqoti olib borildi.

Adabiyotlar tahlili

Ushbu tadqiqotda bajarilgan ishlar O‘ zR FA Astronomiya institutining “Galaktikadan tashqi astronomiya” bo‘ limi xodimlari Maydanak balandtog‘ observatoriyasida Whole Earth Blazar Telescope (WEBT) xalqaro dasturining faol ishtirokchisi hisoblanadi. Blazarlarni kuzatuv ishlari va ushbu ob’yektlarning tasvirlarini kompyuterda IRAF dasturi yordamida qayta ishlash loyihasi bilan uzviy bog‘ liqdir.

Tadqiqotning bosh maqsadi - BL Lac 2200+420 blazari bo‘ yicha olingan kuzatuv ma’lumotlar tasvirlarini tahlil qilish va ravshanlik egri chiziqlarini hosil qilishdan iborat. Ko‘ rsatilgan maqsadlarga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilangan:

- Blazarlar tabiati, turlari haqida ma’lumotlar to‘ plash va o‘ rganish;
- IRAF dasturida fotometrik tahlil etishni o‘ rganish;
- BL Lac 2200+420 blazari bo‘ yicha olib borilgan ilmiy ishlarni o‘ rganish [4:820];
- Maydanak balandtog‘ observatoriyasida olib borilgan kuzatuv natijalarini o‘ rganish;
- Fotometrik tahlil usullarini o‘ rganish [2:145];
- BL Lac 2200+420 blazarining ravshanlik egri chiziqlarini hosil qilish.

Tadqiqot ob’yekti sifatida BL Lac 2200+420 blazari tanlangan [4:822], tadqiqot predmeti esa ushbu ob’yekt bo‘ yicha olingan raqamli tasvirlar ko‘ rinishidagi kuzatuv natijalaridir. Ushbu ishda raqamli fotometrik usullari va IRAF dasturlar to‘ plamidan foydalanilgan. Bu usullar va dasturiy ta’minot zamonaviy astrofizika fotometriyasida standart deb qabul qilingan, chunki ular eng ishonarli va aniq natijalarni beradi [2:150].

Tadqiqot metodologiya

Tadqiqotda O‘ zR FA Astronomiya institutining “Galaktikadan tashqi astronomiya” bo‘ limi xodimlari tomonidan Maydanak balandtog‘ observatoriyasida *Whole Earth Blazar Telescope* (WEBT) xalqaro dasturi doirasida olingan kuzatuv ma’lumotlarining sifatini baholash va ularni qayta ishlash tizimi tahlil qilindi.

Tadqiqotning bosh maqsadi — **BL Lac 2200+420 blazari** bo‘ yicha olingan tasvirlarni tahlil qilish va ob’yektning ravshanlik egri chiziqlarini hosil qilishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun tadqiqotda qiyosiy, tizimli yondashuv hamda raqamli astrofizikaviy tahlil usullaridan foydalanildi.

Tadqiqot ob’yekti sifatida BL Lac 2200+420 blazari tanlangan bo‘ lsa [4:822], tadqiqot predmeti — ushbu ob’yekt bo‘ yicha olingan raqamli tasvirlar ko‘ rinishidagi kuzatuv natijalaridir.

Metodologik jihatdan belgilangan vazifalarni hal etish uchun quyidagi bosqichma-bosqich yondashuvlar amalga oshirildi:

1.**Nazariy-qiyosiy tahlil:** Blazarlar tabiati, ularning turlari va BL Lac 2200+420 ob’yekti bo‘ yicha olib borilgan ilmiy ishlar [4:820], shuningdek, Maydanak observatoriyasining kuzatuv natijalari tizimli o‘ rganildi va qiyoslandi.

2.**Dasturiy-texnikaviy yondashuv:** Kuzatuv ma’lumotlarini kompyuterda qayta ishlash loyihasi doirasida zamonaviy astrofizikada standart deb qabul qilingan **IRAF** (*Image Reduction and Analysis Facility*) dasturlar to‘ plamidan foydalanildi [2:150].

3.**Eksperimental-matematik usullar:** Ob’yekt tasvirlariga raqamli fotometrik tahlil usullarini [2:145] qo‘ llash orqali astrofizikaviy jarayonlar modellashtirildi va yakunda blazarning ravshanlik egri chiziqlari hosil qilindi.

Ushbu qo‘ llanilgan raqamli fotometriya usullari va dasturiy ta’minot kombinatsiyasi tadqiqot natijalarining yuqori darajada ishonchli va aniq bo‘ lishini ta’minlaydi [2:150].

NATIJA VA MUHOKAMA

Ushbu maqolada BL Lac 2200+420 blazari bo‘ yicha, Maydanak balandtog‘ observatoriyasida olib borilgan kuzatuv ma’lumotlari muvaffaqiyatli fotometrik tahlil etildi. Fotometrik tahlil natijasida quyidagi muhim ilmiy natijalar qo‘ lga kiritildi:

• BL Lac 2200+420 blazarini o‘ rganishda zarur bo‘ ladigan fundamental ma’lumotlar va zamonaviy nazariya elementlari o‘ rganildi. Ushbu ma’lumotlar asosida obyekt fizikasiga oid kerakli tushunchalar olindi;

• Tasvirlarga ishlov berish va fotometrik tahlil o‘ tkazishda xalqaro standart hisoblangan IRAF dasturida ishlash ko‘ nikmasi to‘ liq shakllantirildi;

• 2020-yil iyun oyida BL Lac 2200+420 obyekti bo‘ yicha Maydanak observatoriyasida to‘ plangan raqamli kuzatuv ma’lumotlari fotometrik tahlil etildi va mos holda aniq ravshanlik egri chiziqlari chizildi;

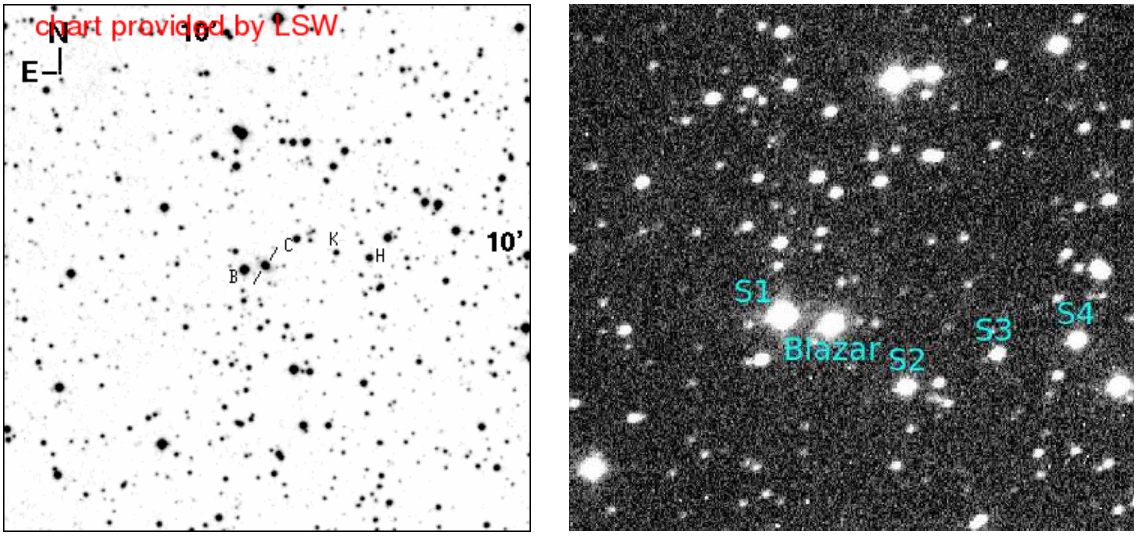
• Kuzatuv davrida blazarning optik ravshanligi doimo oshib borgani aniqlandi va bir oy davomida o‘ zgarish amplitudasi 0,75m yulduz kattaligini tashkil etdi [4:825]. Bu ko‘ rsatkich blazardan chiqayotgan energiya miqdori bir oy davomida salkam ikki barobarga oshganini ko‘ rsatadi [2:155].

Tadqiqot doirasida BL Lac 2200+420 nomli blazar bo‘ yicha to‘ rtta (B, V, R, I) filtrdagi ravshanlik egri chiziqlari olindi va ob’yektning umumiy ravshanlik egri chizig‘ i hosil qilindi. Mana shu olingan ravshanlik egri chiziqlari hamda Δm qiymatlari yordamida obyektning nisbiy energiya miqdori aniqlandi [1:112].

Qo‘ lga kiritilgan ilmiy natijalar BL Lac 2200+420 blazarining individual xususiyatlarini o‘ rganishga va shu bilan birga boshqa shunga o‘ xshash faol galaktika yadrolari fizikasini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi. Mazkur natijalar O‘ zR FA Astronomiya institutining “Galaktikadan tashqi astronomiya” bo‘ limi xodimlari tomonidan Maydanak balandtog‘ observatoriyasida olib borilayotgan blazarlarni muntazam kuzatuv ishlari va tasvirlarni kompyuterda qayta ishlash dasturlari doirasida tahlil qilindi.

BL Lac 2200+420 blazarlarning kuzatuv ma’lumotlari

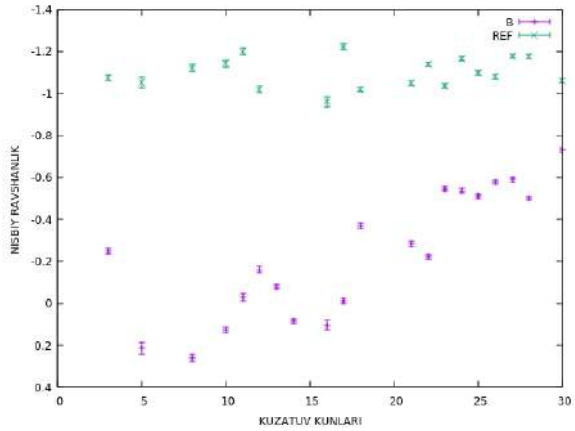
Ob’yektimiz BL Lac 2200+420 blazarini to‘ rt filter (B, V, R, I) lardagi tayanch yulduzlarga nisbatan bir oy davomida yulduz kattaligini o‘ zgarishi aniqlandi. 1-rasmda BL Lac 2200+420 blazarini kataloglardagi tasviri (1-a-rasm), va teleskopda olingan tasviri (1-b-rasm).



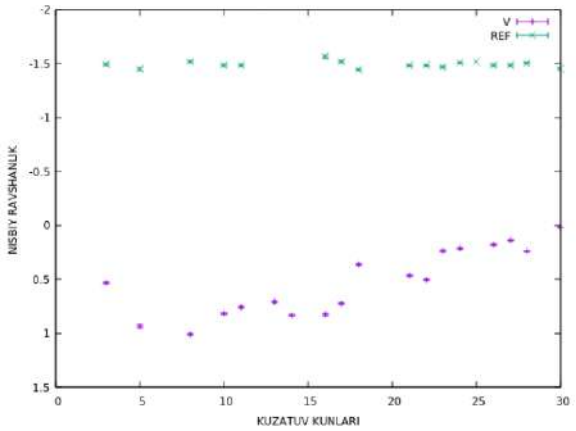
a. b.

1-rasm. a) BL Lac 2200+420 blazarining kataloklardagi tasviri b) telesko‘ pda olingan tasvir

2-rasmda BL Lac 2200+420 blazarini B filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i va S1 referend yulduzning ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida o‘ rganilgan maximum -0.59^m ga ko‘ tarilib, minumim 0.29^m ga tushgan [4:828]. BL Lac 2200+420 Blazari va tayanch yulduzlarning B filtrdagi fotometriyasi natijalari va nisbiy ravshanligi[2:158]. Bu yerda JD – yulian kunlari S1, S2, S3 tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari, S1err, S2err, S3err tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari xatoligi, hamda ob’yektimizni yulduz kattaligi va xatoligi keltirilgan.

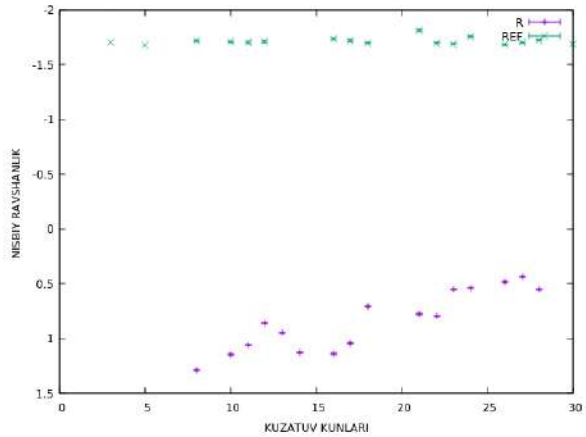


2-rasm

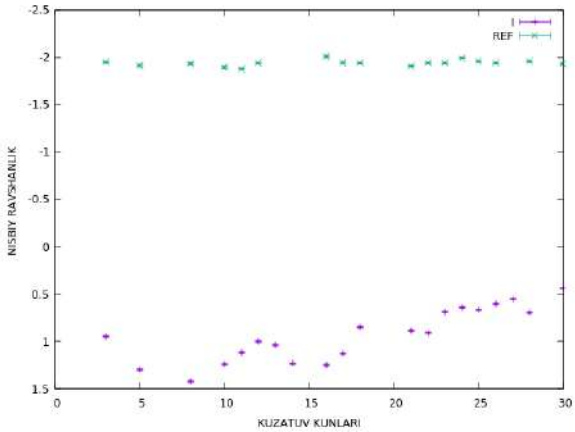


3-rasm

3-rasmda BL Lac 2200+420 blazarini V filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.29^m ga ko‘ tarilib, minumim 1^m ga tushgan. BL Lac 2200+420 blazari va tayanch yulduzlarning V filtrdagi fotometriyasi natijalari va nisbiy ravshanligi. Bu yerda JD – yulian kunlari S1, S2, S3 tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari, S1err, S2err, S3err tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari xatoligi, hamda ob’yektiimizni yulduz kattaligi va xatoligi keltirilgan.



4-rasm



5-rasm

4-rasmda BL Lac 2200+420 blazarini R filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.59^m ga ko‘ tarilib, minumim 1.31^m ga tushgan. BL Lac 2200+420 Blazari va tayanch yulduzlarning V filtrdagi fotometriyasi natijalari va nisbiy ravshanligi. Bu yerda JD – yulian kunlari S1, S2, S3 tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari, S1err, S2err, S3err tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari xatoligi, hamda ob’yektiimizni yulduz kattaligi va xatoligi keltirilgan.

5-rasmda BL Lac 2200+420 blazarini I filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.62^m ga ko‘ tarilib, minumim 1.42^m ga tushgan. BL Lac 2200+420 Blazari va tayanch yulduzlarning I filtrdagi fotometriyasi natijalari va nisbiy ravshanligi. Bu yerda JD – yulian kunlari S1, S2, S3 tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari, S1err, S2err, S3err tayanch yulduzlarini yulduz kattaliklari xatoligi, hamda ob’yektimizni yulduz kattaligi va xatoligi keltirilgan.

To‘ rt filterdagi minimal va maximal o‘ zgarishlar oralig‘ i 1-javalda keltirildi.

1-jadval. BL Lav 2200+420 blazarning yorqinlig o‘ zgarish amplitudalari har bir filtir bo‘ yicha

Filter	B		V		R		I	
Yulduz kattaligini o‘ zgarishi	Min=m^v	Max=m^v	Min=m^v	Max=m^v	Min=m^v	Max=m^v	Min=m^v	Max=m^v
	-0.59	0,29	0.29	1	0.59	1.31	0.62	1.42
Δm	0,88		0,71		0,72		0,8	
ΔE	693,28		3319,9		2966,3		1333,5	

Ushbu jadval asosida quydagi hulosaga kelish mumkun; eng avvalo har bir filtir bo‘ yicha yulduz kattaligini o‘ zgarishi aniqlandi. $\Delta m=m_2-m_1$ fo‘ rmulasi orqali. So‘ ng esa ushbu yulduz kattaligining o‘ zgarishidan energiya o‘ zgarishi aniqlandi.

$$m_2 - m_1 = 2{,}5lg\frac{1}{\Delta E}$$

$$\Delta E = 10^{\frac{m_2-m_1}{2{,}5}}$$

Yuqorida ko‘ rsatilgan fo‘ rmula orqali energiya o‘ zgarishi aniqlanib quydagi xulosa kelindi. Bir oy ichida ob’yektning B filtirdagi enrergiya miqdori salkam 700 marta nurlanayotgani, V filtirdagi energiya miqdori 3000 martadan ortiq nurlanayotgani, R filtirdagi energiya miqdori salkam 3000 martaga yaqin nurlanayotgani, I filtirdagi energiya miqdori esa 1300 martadan ortiq nurlanayotganini ko‘ rishimiz mumkun. Bundan umumiy hulosa qilib obyektimiz 2000 martadan ortiq nurlanib bir oy davomida faqat energiyasi oshib borayotganini ko‘ rishimiz mumkun.

XULOSA

Ushbu maqola ishimning bajarilishi natijasida. BL Lac 2200+420 blazari bo‘ yicha Maydanak observatoriyasidagi Zees-600 telesko‘ pi orqali 2020-yil iyun oyida olib borilgan kuzatuv ma’lumotlari fotometrik tahlil etildi. Fotometrik tahlil natijasida quyidagilar qo‘ lga kiritildi:

1. Yadrosi aktiv galaktikalarni o‘ rganishda zarur bo‘ ladigan ma’lumotlar va nazariya elementlari o‘ rganildi. BL Lac 2200+420 blazari bo‘ yicha chop etilgan ishlar o‘ rganilda va tahlil etildi.
2. 2020 -yil iyun oyi bo‘ yicha Maydanak observatoriyasida to‘ plangan kuzatuv ma’lumotlari fotometrik tahlil etildi va mos holda ravshanlik egri chiziqlari chizildi.
3. BL Lac 2200+420 blazarini fotometrik tahlili natijasida 4 ta filtirdagi ravshanlik egri chizig‘ i aniqlandi.
4. BL Lac 2200+420 blazarini B filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum -0.59^m ga ko‘ tarilib, minumim 0.29^m ga tushgan.
5. BL Lac 2200+420 blazarini V filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.29^m ga ko‘ tarilib, minumim 1^m ga tushgan.
6. BL Lac 2200+420 blazarini R filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.59^m ga ko‘ tarilib, minumim 1.31^m ga tushgan.
7. BL Lac 2200+420 blazarini I filterdagi ravshanlik egri chizig‘ i berilgan, bu filterdagi yulduz kattaligini o‘ zgarish oralig‘ i bir oy davomida maximum 0.62^m ga ko‘ tarilib, minumim 1.42^m ga tushgan.
8. O‘ rganilgan blazarimiz ravshanligi maksimumi binafsha diapazonga to‘ g‘ ri kelar ekan (B filtr). Undan kegin visual diapazonga to‘ g‘ ri keladi. Qizil va infra qizil diapazonlarda ravshanliklari bir- biriga yaqin bo‘ lib, qolganlariga nisbatan eng xira ekan (ob’yekt). Shundan V filtr dagi yulduz kattaliklar o‘ rtacha B filtrdan 0.7^m yulduz kattaligiga xiraroq I filt va R filtrda esa xattoki 1^m gacha xiraroq. Kuzatuv davrida blazarning ravshanligi doimo oshib brogan va bir oy davomida o‘ zgarish amplitudasi 0.75^m yulduz kattaligini tashkil etadi. Bu degani blazardan chiqayotgan energiya miqdori bir oy davomida ikki barovarga oshganini ko‘ rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Черепащук А. М. Черные дыры в ядрах галактик. - Москва: Физматлит, 2013.

2. Засов А. В., Постнов К. А. Общая астрофизика. - Фрязино: Век 2, 2011.
3. Каримов Р. Г. Актив галактика ядролари ва квазарлар физикаси. - Тошкент: Фан, 2018.
4. Urry C. M., Padovani P. Unified Schemes for Active Galactic Nuclei. - PASP, Vol. 107, 1995.
5. Эгамбердиев С. А. Майдонак расадхонаси ва фаол галактикалар мониторинги. - Тошкент: Академия, 2020.

References

1. Cherepashchuk A. M. Chernie diri v yadrax galaktik.[Black Holes in Galactic Nuclei] - Moskva: Fizmatlit, 2013. (in Russian).
2. Zasov A. V., Postnov K. A. Obshaya astrofizika. [General Astrophysics]- Fryazino: Vek 2, 2011. (in Russian).
3. Karimov R. G. Aktiv galaktika yadrolari va kvazarlar fizikasi. [Physics of Active Galactic Nuclei and Quasars] - Toshkent: Fan, 2018. (in Uzbek).
4. Urry C. M., Padovani P. Unified Schemes for Active Galactic Nuclei. - PASP, Vol. 107, 1995. (in English).
5. Egamberdiyev S. A. Maydonak rasadxonasi va faol galaktikalar monitoringi. [Maidanak Observatory and Monitoring of Active Galaxies] - Toshkent: Akademiya, 2020. (in Uzbek).