

ՀՀ ԳԱԱ Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարան  
(ՀՀ ազգային արժեք)

Պարոնյան Գուրգեն Մելսակի

**«Ակտիվ միջուկներով գալակտիկաների ռենտգենյան  
հատկությունները»**

**ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ**

Ա.03.02 – «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն»  
մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների  
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Գիտական ղեկավար՝  
Ֆ.մ.գ.թ.՝ Միքայելյան Արեգ Մարտինի

Բյուրական – 2025

## Բովանդակություն

	<b>ՀԱՊԱՎՈՒՄՆԵՐԻ ՑԱՆԿ</b>	4
1.	<b>ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ</b>	5
2.	<b>Ռենտգենյան ԱԳՄ-ների համասեռ ընտրանքի ստեղծում ROSAT BSC և FSC կատալոգներից և բազմալիքային ուսումնասիրություններ</b>	
2.1	Նախադրյալները	22
2.2	HRC-ի և BHRC-ի միավորում և ճշգրիտ լուսաչափական տվյալների հավաքագրում	24
2.3	Բանաձևեր և հաշվարկներ	
2.3.1	Հեռավորություններ և բացարձակ մեծություններ	30
2.3.2	Հոսքեր և լուսատվություններ	31
2.4	ROSAT BSC/FSC ԱԳՄ կատալոգի նկարագրությունը	32
2.5	Ռենտգենյան տիրույթում նույնացված օբյեկտների ֆիզիկական և վիճակագրական հատկությունները	34
2.6	Ամփոփում	42
3.	<b>ԱԳՄ-ների սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրություններ և ակտիվության դասեր</b>	
3.1	HRC/BHRC կատալոգի ԱԳՄ-ների թեկնածուների սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրությունն և ակտիվության դասերը	
3.1.1	Հիմքերը	44
3.1.2	Դիտողական նյութի հավաքագրում	45
3.1.3	Դասակարգման սկզբունքները	46
3.1.4	Սպեկտրների ուսումնասիրություն և դրանց դասակարգումը	53
3.1.5	Բազմալիքային տվյալներ	58
3.1.6	Ամփոփում	63
3.2	HRC/BHRC AGN ռենտգենյան ԱԳՄ-ների ամբողջական կատալոգի ԱԳՄ-ների սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրությունն և ակտիվության դասերը՝ հիմնված SDSS սպեկտրների վրա	
3.2.1	Նախաբան	65
3.2.2	Դիտողական նյութի հավաքագրում և սպեկտրների ուսումնասիրություններ	66
3.2.3	Ամփոփում	67
3.3	Ռադիոաղբյուրների ռենտգենյան հատկությունների ուսումնասիրություն NVSS կատալոգի հիման վրա	
3.3.1	Ներածություն	68

3.3.2	ROSAT և NVSS կատալոգների խաչաձև համապատասխանեցումներ և ճշգրիտ լուսաչափական տվյալների հավաքագրում	69
3.3.3	Հայտնաբերված ռենտգենյան աղբյուրների ֆիզիկական և վիճակագրական հատկությունները	72
3.3.4	Ամփոփում և եզրակացություն	75
<b>4.</b>	<b>Բլազարների ռենտգենյան հատկությունները</b>	
4.1	Նախաբան	76
4.2	Բլազարների հատկությունները	78
4.3	Խաչաձև նույնացումներ ռենտգենյան կատալոգների հետ և տվյալների հավաքագրում	82
4.4	Բլազարների ճառագայթումը ռենտգենյան տիրույթում	
4.4.1	Հոսքեր և լուսատվություններ	84
4.4.2	Սպեկտրներ	88
4.5	Ամփոփում	90
<b>5.</b>	<b>Ռետնգենյան աստղերի սպեկտրային ուսումնասիրություն</b>	
5.1	Նախաբան	93
5.2	Բազմալիքային տվյալներ	94
5.3	Համակցված HRC/BHRC աստղերի ընտրանքը	95
5.3.1	Պայծառ F, G տիպի աստղեր	96
5.3.2	Կատակլիզմիկ փոփոխականներ և ռենտգենյան կրկնակի աստղեր	97
5.3.3	Սպիտակ թզուկներ	98
5.3.4	Վաղ տիպի աստղեր	99
5.3.5	Ջերմ պսակով աստղեր	100
5.3.6	Ուշ տիպի աստղեր	101
5.3.7	Բաղադրյալ սպեկտրներով օբյեկտներ	102
5.3.8	Սխալ դասակարգված օբյեկտներ	103
5.4	Աստղերի կազմի վիճակագրական վերլուծություն	104
5.5	Ամփոփում և ապագա հետազոտություններ	106
<b>6.</b>	<b>ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՄՓՈՓՈՒՄ ԵՎ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ</b>	108
	<b>ՇՆՈՐՀԱԿԱԼՈՒԹՅՈՒՆ</b>	115
	<b>ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ</b>	116

## ԱՇԽԱՏԱՆՔՈՒՄ ՕԳՏԱԳՈՐԾԱԾ ՀԱՊԱՎՈՒՄՆԵՐԻ ՑԱՆԿ

1. ԱԳՄ -- Ակտիվ գալակտիկական միջուկ
2. ԲԱ -- Բազմալիքային
3. ԳՄ -- Գերմանուշակագույն
4. ԵԿ -- Ենթակարմիր
5. ԵՄ --- Ենթամիլիմետրանոց
6. BSC -- Bright Source Catalog - Պայծառ աղբյուրների կատալոգ
7. FSC -- Faint Source Catalog - Թույլ աղբյուրների կատալոգ
8. CR -- Count rate - հաշվարկի արագություն
9. RASS FSC -- ROSAT All-Sky Survey Faint Source Catalog
10. RASS BSC -- ROSAT All-Sky Survey Bright Source Catalog
11. 2RXS -- 2nd ROSAT all-sky survey Source Catalogue
12. RBS -- ROSAT Bright Sources
13. HQS -- Hamburg Quasar Survey
14. HRC -- Hamburg-ROSAT Catalogue
15. BHRC -- Byurakan-Hamburg-ROSAT Catalogue
16. SED -- Spectral energy distribution - սպեկտրի էներգիայի բաշխում
17. VCV-13 -- Catalogue of QSOs and Active Nuclei v13
18. BZCAT -- Roma Blazar Catalog
19. SDSS -- Sloan Digital Sky Survey
20. PSC -- Point Source Catalogue
21. ESC -- Extended Source Catalogue
22. FWHM -- Full width at half maximum - կիսալայնություն
23. NED -- NASA/IPAC Extragalactic Database
24. BLL -- BL Lacertae
25. OVV -- optically violent variable quasar
26. HPQ --- highly polarized quasar
27. FSRQ -- Flat spectrum radio quasar
28. FR -- Fanaroff-Riley
29. PHA -- Pulse Height Amplitude
30. WD -- White Dwarf - սպիտակ թզուկ
31. ESA -- European Space Agency
32. CV -- Cataclysmic Variable - կատակլիզմիկ փոփոխական
33. PN -- Planetary Nebula - մոլորակային միգամածություն
34. LARP -- Low Accretion Rate Polars
35. BH -- Black Hole - Սև խոռոչ
36. NS -- Neutron star - նեյտրոնային աստղ
37. HBB -- Horizontal Branch B star
38. rms -- root mean square - միջին քառակուսային սխալ

# 1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ժամանակակից աստղագիտության ամենաբնորոշ կողմը նրա հետազոտությունների բազմալիքային բնույթն է. ներկայումս դիտումներ են կատարվում էլեկտրամագնիսական ալիքների բոլոր՝ գամմա, ռենտգենյան, գերմանուշակագույն (ԳՄ), օպտիկական, ենթակարմիր (ԵԿ), ենթամիլիմետրանոց (ԵՄ), միլիմետրանոց (ՄՄ), և ռադիո տիրույթներում: Աստղագիտության այս բոլոր ճյուղերն ի հայտ են եկել վերջին տասնամյակներում և նորագույն տեխնիկայի կիրառման շնորհիվ բուռն զարգացում են ապրում:

Ռենտգենյան է կոչվում 0.1-100 անգստրեմ ( $10^{-11} - 10^{-8}$  մ) ալիքի երկարությամբ էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը: Այդ տիրույթի քվանտներին համապատասխանում են 100 էՎ - 100 կէՎ էներգիաներ ( $1 \text{ էՎ} = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Ջ): Ռենտգենյան ալիքներն զբաղեցնում են ԳՄ և գամմա-ճառագայթման միջև տիրույթը: Պայմանականորեն տարբերում են «կոշտ» (1-2 անգստրեմից փոքր ալիքի երկարությամբ, կամ մոտավորապես 5-10 կէՎ-ից մեծ էներգիայով) և «փափուկ» (համապատասխանաբար՝ 5-10 կէՎ-ից փոքր էներգիայով) ռենտգենյան ճառագայթում, ինչպես նաև գերկոշտ և գերփափուկ ռենտգենյան ճառագայթումները [139]:

Ռենտգենյան ճառագայթում կարող է առաջանալ 4 հիմնական եղանակներով.

- 1) **Ջերմային ճառագայթում.** Ջերմային մեխանիզմը կապված է բոլոր ջերմ մարմինների ջերմային շարժման շնորհիվ էլեկտրամագնիսական ալիքներ արձակելու ունակության հետ: Ջերմային ճառագայթման սպեկտրը նկարագրվում է Պլանկի բանաձևով [104]: Ջերմային ճառագայթման սպեկտրում կա առավելագույն կետ, նրա դիրքը կախված է մարմնի ջերմաստիճանից և նկարագրվում է Վինի շեղման օրենքով [128]: Մի քանի միլիոն Կելվին ջերմաստիճան ունեցող գազը սկսում է ճառագայթել ռենտգենյան տիրույթում: Այսպիսի ջերմաստիճաններ ունեն նոսր պսակային գազի հսկայական ամպերը, որոնք ընկած են միջաստղային տարածության մեջ, ինչպես նաև կրկնակի համակարգերի և ԱԳՄ-ների ակրեցիոն սկավառակների մոտ առկա գազը:
- 2) **Ցիկլոտրոնային.** Ցիկլոտրոնային ճառագայթումը ոչ ջերմային ճառագայթման տեսակներից է: Այն առաջանում է մագնիսական դաշտի

ուժագծերի շուրջ պտտվող էլեկտրոնների կողմից: Ճառագայթման հաճախականությունը հավասար է էլեկտրոնի Լարմորի հաճախությանը և համեմատական է մագնիսական դաշտի ուժգնությանը: Շատ ուժեղ մագնիսական դաշտերի դեպքում՝  $\sim 10^{12}-10^{14}$  Գաուս, ցիկլոտրոնային ճառագայթումը ընկնում է ռենտգենյան տիրույթ: Նման մագնիսական դաշտերը առկա են բաբախիչներում:

- 3) **Սինքրոտրոնային.** Ինչպես ցիկլոտրոնային մեխանիզմը, այն նույնպես ոչ ջերմային է: Սինքրոտրոնային ճառագայթումը նույնպես առաջանում է մագնիսական դաշտում էլեկտրոնների կողմից, սակայն այս դեպքում էլեկտրոններն ունեն ռելատիվիստիկական արագություններ: Առաջացած ֆոտոնների էներգիան կախված է էլեկտրոնների և մագնիսական դաշտի էներգիայից: Հաճախ լինում են դեպքեր, երբ մագնիսական դաշտերը թույլ են ( $\sim 10^{-4}$  Գ), իսկ էլեկտրոնների էներգիաները շատ մեծ են  $>10^{13}$  էՎ: Այսպիսի ճառագայթման մեխանիզմը հատուկ է պլեթրոններին:
- 4) **Հակադարձ Կոմպտոն.** Կոմպտոնյան ցրումը դա էլեկտրոնների ցրման տեսակներից է ֆոտոնների վրա, որի դեպքում էլեկտրոնն ու ֆոտոնը կարող են էներգիա փոխանակել: Այն դեպքը, երբ արագ էլեկտրոնն իր էներգիան փոխանցում է ֆոտոնին, կոչվում է հակադարձ Կոմպտոնյան ցրում: Տիեզերքում միշտ առկա են տիեզերական միկրոալիքային ֆոնի ֆոտոններ, ինչպես նաև աստղերից և փոշուց եկող ճառագայթում: Այս քվանտները կարող են էներգիա ստանալ ռելատիվիստիկական էլեկտրոններից և փոխակերպվել տեսանելի և IR միջակայքից դեպի ռենտգենյան ճառագայթման տիրույթ:

Բնականաբար, նշված բոլոր մեխանիզմները գործում են նաև տիեզերական պայմաններում, և տիեզերքը հարուստ է ռենտգենյան քվանտներով, որոնք շատ բան կարող են պատմել տիեզերական նյութի, մարմինների, այնտեղ ընթացող ֆիզիկական երևույթների մասին: Մասնավորապես, ռենտգենյան ճառագայթում է սպասվում այն աստղագիտական օբյեկտներից, որոնք պարունակում են ծայրահեղ ջերմ՝ միլիոն, տասնյակ և հարյուրավոր միլիոն կելվին ջերմաստիճաններով գազ: Սակայն Երկրի մթնոլորտը կլանում է ռենտգենյան ճառագայթումը, ուստի աստղագետներն ստիպված են այն դիտել արտամթնոլորտային կամ տիեզերական աստղադիտակներով:

Արեգակի ռենտգենյան ճառագայթումն ամերիկացի գիտնականները գրանցել են հրթիռների (V-2 << *Vergeltungswaffe-2* >> կամ A-4 << *Aggregat-4*) օգնությամբ դեռևս

1948 թ. (այս հրթիռը աշխարհի առաջին հեռահար բալիստիկ հրթիռն է, որը մշակվել է գերմանացի կոնստրուկտոր Վերներ ֆոն Բրաունի կողմից և ընդունվել է Վերմախտի սպառազինման համար Երկրորդ համաշխարհային պատերազմի վերջում): Սակայն ռենտգենյան աստղագիտության սկիզբ համարվում է 1962 թ., երբ Կարիճի համաստեղությունում գրանցվեց տիեզերական առաջին ռենտգենյան աղբյուրը, որը կոչվեց Կարիճ X-1 [44]: Դրա ռենտգենյան ճառագայթումը 10000 անգամ հզոր է օպտիկականից, մինչդեռ սովորական աղբյուրներում այն շատ ավելի թույլ է: Օրինակ՝ Արեգակի ռենտգենյան ճառագայթումը միլիոն անգամ թույլ է օպտիկականից:

Ռենտգենյան տիրույթում դիտումներ կատարվել են նաև Բյուրականի աստղադիտարանի աշխատակիցների կողմից: Մասնավորապես՝ Բյուրականի աստղադիտարանին կից տիեզերական հետազոտությունների բաժնում Գ. Գուրզադյանի կողմից: Առաջին դիտումները կատարվել են 1970 թ.-ին ԽՍՀՄ կողմից արձակված «K-2» հրթիռային աստղադիտակի միջոցով: Կատարվել է Արեգակի և ՍՄ Կետի աստղի դիտումներ ռենտգենյան տիրույթում [49, 50, 51]:

Ռենտգենյան աստղագիտության ծնունդն այնքան է կարևորվել, որ Կարիճ X-1-ի և այլ հայտնագործությունների համար Ռիկարդո Ջակոնին 2002 թ. արժանացել է ֆիզիկայի բնագավառում Նոբելյան մրցանակի: Այժմ հայտնի է, որ Կարիճ X-1-ի նման աղբյուրները կոմպակտ աստղեր են, ինչպիսիք են նեյտրոնային աստղերը և սև խոռոչները: Չնայած սև խոռոչն ինքը չի ճառագայթում, բայց նրա վրա ակրեցիաի հետևանքով ընկնող նյութը կարող է ճառագայթել հենց ռենտգենյան տիրույթում: Այս ճառագայթման էներգիայի աղբյուրը գրավիտացիան է. ձեռք բերելով ազատվող գրավիտացիոն էներգիան ակրեցիաի շնորհիվ գազը և փոշին, տաքանում են և ճառագայթում ռենտգենյան տիրույթում:

Ներկայում հայտնի են հազարավոր տիեզերական ռենտգենյան աղբյուրներ: Բացի այդ կետային աղբյուրներից, միջգալակտիկական տարածությունը լցված է չափազանց ջերմ (10-100 ՄԿ), բայց շատ նոսր գազով: Համարվում է, որ այդ ջերմ գազի ընդհանուր զանգվածը 5-10 անգամ գերազանցում է տեսանելի գալակտիկաների զանգվածը:

Ռենտգենյան աստղագիտության զարգացումը հատկապես խթանել են տիեզերական ռենտգենյան աստղադիտարանների կառուցման համար ՆԱՍԱ-ի (NASA- National Aeronautics and Space Administration), Եվրոպական տիեզերական գործակալության (ESA- European Space Agency), ինչպես նաև մի քանի այլ երկրների

(Ճապոնիա, Գերմանիա, Իտալիա, Ֆրանսիա) տիեզերական գործակալությունների խոշոր ֆինանսական ներդրումները: Դրանցից յուրաքանչյուրի արժեքը կազմում է մի քանի հարյուր միլիոն դոլար, որը պայմանավորված է, մասնավորապես, ռենտգենյան աստղագիտության մեջ կիրառվող հատուկ ընդունիչներով: Դրանցից են՝ համեմատական հաշվիչները, ռենտգենյան ցուցասարքերը (մոնիտորները), առկայծող ընդունիչները, ռենտգենյան սպեկտրաչափերը, լիցքային կապով սարքերը (CCD- charge coupled device), մանրակալորաչափները և անցումային եզրային զգայակները (սենսորները) և այլն: Հատկապես մեծ առաջընթաց էր տեսանելի տիրույթի ընդունիչների նմանությամբ ռենտգենյան տիրույթի CCD-ների ստեղծումը, որոնք ներկայումս լայնորեն կիրառվում են ժամանակակից ռենտգենյան տիեզերական աստղադիտարաններում: Դրանց հիմնական սկզբունքը ֆոտոնների գրանցումն է էլեկտրական մանրահոսանքների տեսքով, որոնք այնուհետև վերածվում են թվային տեղեկատվության և գրանցվում նիշքերի (ֆայլերի) տեսքով:

Աղյուսակ 1.1-ում ներկայացված են կարևորագույն ռենտգենյան աստղադիտարանները և դրանց հիմնական բնութագրերը [140]՝

Աստղադիտակ	Երկիր	Տարեթիվ	Էներգիա (ԿԷՎ)	Արդյունքներ	Աղբյուրների թիվը
Aerobbe	ԱՄՆ	1962	---	Առաջին ռենտգենյան դիտումներ	1
K-2	ՀԽՍՀ	1970	---	Արեգակի և UV Կետի դիտումներ	2
Uhuru (SAS-1)	ԱՄՆ	1970-1973	2-20	Երկնքի շրջահայու- թյուն	339
HEAO-1	ԱՄՆ	1977-1979	0.25 - 10 000	Երկնքի շրջահայու- թյուն	842
Einstein (HEAO-2)	ԱՄՆ	1978-1981	0.2 - 20	Ուղղորդված խորը դիտումներ	5 948
EXOSAT	ԵՏԳ	1983-1986	0.04 - 80	Երկնքի շրջահայու- թյուն	1 210



Granat	Ֆրանսիա, Ռուսաստան	1989-1999	2-100 000	Ուղղորդված խորը դիտումներ, Երկնքի շրջահայություն	1 551
ROSAT	Գերմանիա	1990-1999	0.07 - 2.4	Երկնքի շրջահայու- թյուն	135 118
ASCA (Astro-D)	Ճապոնիա	1993-2001	0.4-10	Երկնքի շրջահայություն, սպեկտրային դիտումներ	3 079
Rossi XTE (RXTE)	ԱՄՆ	1995-2012	2-250	Երկնքի շրջահայություն	350
BeppoSAX	Իտալիա	1996-2002	0.1 - 300	Գամմա - բռնկումներ, լայնշերտ սպեկտրա- դիտում	253
Chandra (CXO)	ԱՄՆ	1999-այժմ	0.07-10	Ուղղորդված խորը դիտումներ	407 806
XMM-Newton	ԵՏԳ	1999-այժմ	0.25-12	Ուղղորդված խորը դիտումներ	1 035 832
INTEGRAL	ԵՏԳ	2002-այժմ	15-10 000	Ուղղորդված խորը դիտումներ	2 410
Swift	ԱՄՆ	2004-2008	0.2-150	Երկնքի շրջահայություն, գամմա-բռնկումներ	1 256
FERMI	ԱՄՆ, Ֆրանսիա, Իտալիա, Ճապոնիա, Շվեդիա	2008-այժմ	20 000 – 300 000 000	Գամմա-բռնկումներ, ուղղորդված դիտումներ	6659

**Աղյուսակ 1.1** Ռեճնտգենյան աստղադիտակները

Նկարագրենք ռեճնտգենյան աստղադիտարաններից կարևորագույնները, որոնք էական դեր են խաղացել ռեճնտգենյան աստղագիտության զարգացման մեջ [140]:

**Uhuru:** Ուիուրուն ռեճնտգենյան առաջին աստղադիտարանն է [45]: Այն արձակվել է 1970 թ. դեկտեմբերի 12-ին Քենիայից, և այդ կապակցությամբ էլ ստացել է իր անվանումը, որը սուահիլի լեզվով նշանակում է «ազատություն»: Արբանյակն աշխատել

է մինչև 1973 թ. մարտը: Այն հագեցած էր համեմատական հաշվիչների 2 համակարգով՝ 0.084 մ<sup>2</sup> հավաքող մակերեսով, որոնք աշխատում էին 2-20 կէՎ էներգիաների տիրույթում: Այն իրականացրել է երկնքի առաջին համասեռ շրջահայությունը՝ Խեցգետնաձև միգամածության ուժգնության 10<sup>-3</sup> զգայնության սահմաններում: Գրանցված 339 [41] աղբյուրների թվում էին կրկնակի աստղեր, գերնորերի մնացորդներ, Սեյֆերտի տիպի գալակտիկաներ և գալակտիկաների կոյտեր, որոնցից գրանցվել է դիֆուզ ռենտգենյան ճառագայթում:

**Einstein:** «Այնշտայն» ռենտգենյան աստղադիտարանը (HEAO-2) [46] արձակվել է 1977թ. նոյեմբերի 12-ին և աշխատել մինչև 1981թ. ապրիլը: Այն ռենտգենյան պատկերներ ստացող առաջին աստղադիտակն է: Աշխատել է 0.2-20 կէՎ էներգիաների տիրույթում: Առաջին անգամ իրականացվել է բարձր լուծունակության սպեկտրադիտում, կատարվել են գերնորերի մնացորդների ձևաբանական ուսումնասիրություններ: Անդրոմեդայի գալակտիկայում և Մագելանի ամպերում հայտնաբերվել են բազմաթիվ ռենտգենյան աղբյուրներ: Կատարվել են գալակտիկաների և դրանց կոյտերի ռենտգենյան ալիքներ առաքող գազի առաջին ուսումնասիրությունները: Կենտավրոս Ա և M87 գալակտիկաներում հայտնաբերվել են ռենտգենյան շիթեր, որոնք ուղղությամբ համընկնում են ռադիոշիթերի հետ: Կատարվել են առաջին միջին և խորը ռենտգենյան շրջահայություններ [54]:

**ROSAT:** Գերմանական ROSAT (Röntgensatellit) [22] արբանյակն արձակվել է 1990 թ. հունիսի 1-ին և աշխատել մինչև 1999 թ. փետրվարի 12-ը: Դրա գլխավոր նպատակն էր փափուկ ռենտգենյան տիրույթում (0.07– 2.4 կէՎ) իրականացնել երկնքի ամբողջական շրջահայություն ոչ պակաս, քան 1՝ դիրքային ճշտությամբ: Արդյունքում հրապարակվել է 2 հիմնական կատալոգ՝ ROSAT BSC (պայծառ աղբյուրների քարտացուցակ) և ROSAT FSC (թույլ աղբյուրների քարտացուցակ), որոնք պարունակում են համապատասխանաբար 18 806 և 105 924 աղբյուր: Գրանցվել են նաև մոլեկուլային ամպերով ռենտգենյան ճառագայթման ստվերման երևույթը, առեղծվածային Գեմինգա աղբյուրի բաբախումները (0.237վ), մեկուսացված նեյտրոնային աստղեր, գիսավորների ռենտգենյան ճառագայթումը, Յուպիտերի հետ Շումեյկեր-Լևի գիսավորի բախման հետևանքով առաջացած ռենտգենյան ճառագայթումը, իրականացվել է գերնորերի մնացորդների և գալակտիկաների կոյտերի մանրակրկիտ ձևաբանություն [123,124,27] :

**ASCA:** Ճապոնական ISAS տիեզերական ինստիտուտի՝ 1993 թ. փետրվարի 20-ին արձակած ASCA (Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics) [61] արբանյակն

աշխատել է ավելի մեծ էներգիաների (0.4-10 կէՎ) տիրույթում մինչև 2001 թ. մարտի 2-ը: Այն առաջին արբանյակն էր, որն ուներ նաև ռենտգենյան սպեկտրաչափ: Բաղկացած էր 4 դիտակներից՝ 0.13 մ<sup>2</sup> ընդհանուր հավաքող մակերեսով: Գրանցվել է ակտիվ գալակտիկական միջուկներից (ԱԳՄ) չեզոք երկաթի (Fe) լայն գծերը, որոնք վկայում են կենտրոնական էներգիայի աղբյուրի հզոր գրավիտացիայի մասին, ակտիվ աստղերի պսակներում արեգակնայինի համեմատ երկաթի բաղադրության պակասորդ, SN 1006 գերնորի մնացորդից ոչ ջերմային ռենտգենյան ճառագայթումը գալակտիկաների կույտերում ծանր քիմիական տարրերի բաղադրություններ, որոնք համընկնում են II տիպի գերնորերից ծագման վարկածով նախանշված արժեքների հետ: Իրականացվել է փոխազդող կրկնակիների սպեկտրադիտում [118]:

**Chandra:** Այս նախագիծն սկզբում կոչվել է Advanced X-ray Astrophysics Facility (AXAF) [127], իսկ ներկայում՝ Չանդրա (Chandra X-ray Observatory, CXO), ի պատիվ Նոբելյան մրցանակի դափնեկիր, աստղագետ Սուբրահմանյան Չանդրասեկարի: Արձակվել է 1999 թ. հուլիսի 23-ին և ներկայում շարունակում է աշխատել: Դիտակի տրամագիծն է 1.2 մ, իսկ կիզակետային հեռավորությունը՝ 10 մ: Այն նախկին բոլոր ռենտգենյան դիտակներից ավելի քան 100 անգամ զգայուն է, իսկ դիրքային ճշտությունը 6" է, որը հնարավորություն է տալիս իրարից առանձնացնելու և մանրակրկիտ ուսումնասիրության ենթարկելու տարածականորեն մոտ տեղակայված կետային աղբյուրները: Չանդրայի հիմնական հայտնագործություններից են. Կասիոպեա Ա գերնորի մնացորդի կենտրոնում կոմպակտ օբյեկտի հայտնաբերումը, Խեցգետնաձև միգամածության կենտրոնական բաբախիչի և շիթերի շուրջ օղակի հայտնաբերումը, Գալակտիկայի կենտրոնում գերզանգվածեղ սև խոռոչ՝ Աղեղնավոր Ա աղբյուրի ռենտգենյան ճառագայթման գրանցումը, M82 գալակտիկայում նոր տիպի՝ միջանկյալ զանգվածով, սև խոռոչի հայտնաբերումը, ռենտգենյան առաքման գծերի առաջին նայնացումը գամմա բռնկման հետ, նախամոլորակային սկավառակից աստղի վրա ընկնող նյութի ռենտգենյան ճառագայթումը, Սյունյակ-Չելդրիլիչի երևույթի հիման վրա Հաբլի տիեզերաբանական հաստատունի արժեքի որոշումը՝ 76,9 կմ/վ/Մպկ, գերկույտերի բախման դիտումներից թաքնված զանգվածի գոյության ապացույցը, Ծիր Կաթինը շրջապատող ջերմ գազի ընդարձակ հալոյի բացահայտումը [40]:

**XMM-Newton:** XMM –Նյուտոնը (X-ray Multi-mirror Mission-Newton), որն անվանվել է անգլիացի հռչակավոր գիտնական Իսահակ Նյուտոնի պատվին: Արձակվել է 1999 թ. դեկտեմբերի 10-ին և ներկայումս շարունակում է աշխատել: Ունի 0.43 մ<sup>2</sup> հավաքող

մակերես (3 աստղադիտակ, յուրաքանչյուրը՝ 0.14 մ<sup>2</sup>) և բազմաթիվ թվային ընդունիչներ: Դիրքային ճշտությունն է 6". ունի պատկերներ նկարահանող խցիկներ և  $E/dE = 200-800$  սպեկտրային լուծունակությամբ ռենտգենյան սպեկտրաչափ: XMM -Նյուտոնի դիտողական նպատակներն են՝ Արեգակնային համակարգի մարմինների ռենտգենյան ճառագայթման գրանցումը, աստղառաջացման տիրույթների մանրակրկիտ ուսումնասիրությունը, գալակտիկաների կույտերի առաջացման ու էվոլյուցիայի ուսումնասիրությունը, գերզանգվածեղ սև խոռոչների շրջապատը և առեղծվածային «թաքնված զանգվածի» տեղորոշումը: Հայտնաբերվել են 10 միլիարդ և 7 միլիարդ լուսատարի հեռավորությամբ գալակտիկաների հեռավոր կույտեր, SCP 06F6 օբյեկտում հայտնաբերվել է գերնորերից 100 անգամ ավելի հզոր ռենտգենյան ճառագայթում, գերհսկա արագ ռենտգենյան տրանզիենտի մոտ գրանցվել է գերերկար՝ 4 ժամանոց բռնկում, որի ուժգնությունը 10000 անգամ մեծ էր սովորական բռնկումներից, գրանցվել է շուրջ 3.5 կէՎ էներգիայով մեներանգ ազդանշան, որը գալիս է տարբեր գալակտիկաների կույտերից (օրինակ՝ Պերսեոսի և Կենտավրոսի), որը նույնպես «թաքնված զանգվածի» ապացույց կարող է լինել [125]:

**INTEGRAL:** ԻՆՏԵԳՐԱԼ տիեզերական աստղադիտակը (International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) միաժամանակ աշխատում է ռենտգենյան և գամմա տիրույթներում (15 կէՎ - 10 ՄէՎ): Այն արձակվել է 2002թ. հոկտեմբերի 17-ին և ներկայում էլ հաջողությամբ շարունակում է իր աշխատանքը: ԻՆՏԵԳՐԱԼ-ն ունի 0.31 մ<sup>2</sup> հավաքող մակերես և բազմաթիվ թվային ընդունիչներ: Գլխավոր սարքերն են՝ IBIS ուղղակի պատկերների լուսաչափը, SPI սպեկտրաչափը և JEM-X ռենտգենյան ցուցասարքը: Ունի իր սպեկտրային տիրույթի համար աննախադեպ լուծունակություն, որն ապահովվում է 1' դիրքային ճշտությամբ: ԻՆՏԵԳՐԱԼԸ գրանցում է տիեզերքի ամենաբարձր էներգիաներով երևույթները՝ աստղերի ծնունդը և մահը, գերզանգվածեղ սև խոռոչները, նեյտրոնային աստղերը, նյութի և հականյութի ոչնչացումը, գամմա-բռնկումները: Իրականացվում է Ծիր Կաթնի հարթության քարտեզագրում, աննախադեպ զգայնությամբ գրանցվում են արտագալակտիկական գամմա-աղբյուրներ: ԻՆՏԵԳՐԱԼ-ի սարքերը հատկապես արդյունավետ են տիեզերական մարմինների նուրբ կառուցվածքի, մեծ սպեկտրային լուծունակության և խորը պատկերներ ստանալու տեսանկյունից [65]:

Վերոհիշյալ առաքելությունների արդյունքում արդեն հայտնաբերվել է մոտ 1.5 միլիոն տիեզերական ռենտգենյան աղբյուր, սակայն դա շատ քիչ է, եթե համեմատենք տեսանելի (օպտիկական) օբյեկտների հետ, որոնց թիվն անցնում է 1 միլիարդը, իսկ ԳԱՅԱ [29] տիեզերական աստղադիտարանի և Մեծ սինոպտիկ շրջահայության աստղադիտակի (LSST, գործարկումը 2025թ.) դիտումների շնորհիվ կհասնի 20 միլիարդի: Այսինքն՝ մեր պատկերացումները ռենտգենյան տիեզերքի մասին դեռևս անհամեմատելիորեն հեռու են տեսանելի տիրույթի պատկերացումներից: Մյուս կողմից, տիեզերական զամմա-աղբյուրների թիվն ընդամենը 3000 է, այնպես որ ռենտգենյան աստղագիտության նվաճումներն այնուամենայնիվ ակնառու են:

Մի շարք աստղաֆիզիկական օբյեկտներ ռենտգենյան աղբյուրներ են: Դիտարկենք դրանցից առավել կարևոր տեսակները:

**Արեգակնային համակարգի մարմիններ:** Արեգակնային համակարգի որոշ մարմիններ՝ Արեգակը, Լուսինը, մոլորակները, դրանց արբանյակները, գիսավորներն առաքում են նաև թույլ ռենտգենյան ճառագայթում: Դրանցից առավել նշանակալի է Լուսինը, թեև Լուսնի ռենտգենյան պայծառության մեծ մասն անդրադարձած արեգակնային ռենտգենյան ճառագայթման հետևանք է: Արեգակի դեպքում դա արևապսակի ճառագայթումն է, քանի որ այնտեղ ջերմաստիճանը հասնում է 1 միլիոն կելվինի՝ պայմանավորված Արեգակի մագնիսական դաշտով:

**Ջերմ աստղապսակներ:** Կան այսպես կոչված պսակավոր կամ պսակային թաղանթ ունեցող աստղեր, որոնց պսակների տաքացումը բացատրվում է, ինչպես Արեգակի դեպքում՝ մագնիսական դաշտերով և կապված է նրանց պտույտի պարբերության հետ: Գլխավոր հաջորդականության պսակավոր աստղերը, որպես կանոն, F,G,K դասերի աստղեր են: Սակայն ռենտգենյան աստղերի մեջ շատ են նաև O,B,A դասի աստղերը, բայց որտեղ ճառագայթում են ոչ թե պսակները՝ որոնք բացակայում են, այլ առնչվող տիրույթները: Նշված F,G, K դասերի մոտ հետագա էվոլյուցիայի ուշ փուլերում տեղի է ունենում աստղերի արտաքին թաղանթների ընդարձակում, և այդ ընդարձակ պսակներն առաքում են հզոր ռենտգենյան ճառագայթում:

**Ուշ (M) տիպի թզուկներ:** Սրանք, որպես կանոն, M5-ից ավելի ուշ ենթադասերի թզուկ աստղերն են, որոնցում ներքին կառուցվածքը զգալի փոխվում է: Մակերևութային մագնիսական հոսքերը և աստղապսակներում մագնիսական դաշտերի տոպոլոգիան փոխվում է՝ հանգեցնելով ռենտգենյան հատկությունների փոփոխման: Սրանց մեջ

հաճախ դիտվում են բռնկվող աստղեր, որոնց պայծառությունը բռնկման փուլում աճում է մի քանի անգամ: Դրանք նման են արեգակնային բռնկումների, սակայն մի քանի կարգով ավելի հզոր են

**Սպիտակ թզուկներ (ՍԹ) և ջերմ ենթաթզուկներ:** Սրանք էլեկտրոնային այլասերված գազից կազմված աստղեր են և հաճախ կոչվում են այլասերված թզուկներ: Դրանց զանգվածը մոտ է արեգակնայինին, իսկ չափերը՝ երկրայինին, այստեղից՝ դրանց մեծ խտությունները: ՍԹ-ները նաև շատ թույլ են. դրանք պահեստավորված ջերմային էներգիա են առաքում, սակայն սկզբնական փուլում շատ ջերմ են, և առաքում են նաև ռենտգենյան ալիքներ: Համաձայն տեսության՝ Գալակտիկայի աստղերի 97 %-ը վերածվելու է ՍԹ-ների, քանի որ դրանց զանգվածը բավարար չէ որպես գերնոր պայթելու և նեյտրոնային աստղի կամ սև խոռոչի վերածվելու համար: ՍԹ-ներն ունեն հզոր մագնիսական դաշտեր, իսկ դրանց մոտ 10 %-ը՝ որ կոչվում է մագնիսական ՍԹ, ունի 100-100000 Տեսլա ինդուկցիայով մագնիսական դաշտ (համեմատության համար՝ Երկրի մագնիսական դաշտը փոփոխվում է 30-60 միկրոտեսլա սահմաններում): Որոշ ջերմ ենթաթզուկ աստղեր նույնպես ռենտգենյան աղբյուրներ են, քանի որ ունեն մակերևութային բարձր ջերմաստիճաններ և ուժեղ մագնիսական դաշտեր:

**Ռենտգենյան կրկնակիներ:** Սրանք նկատելի ռենտգենյան ճառագայթում ունեցող կրկնակիներն են: Ռենտգենյան ճառագայթումն առաջացնում է մի բաղադրիչից դեպի մյուսն ընկնող նյութը, ընդ որում առաջինը կոչվում է դոնոր (սովորաբար նորմալ աստղ է), իսկ երկրորդը՝ ակրետոր (որը կոմպակտ աստղ է. ՍԹ, նեյտրոնային աստղ՝ ՆԱ, կամ սև խոռոչ՝ ՍԽ): Ընկնող նյութը իր գրավիտացիոն պոտենցիալ էներգիաի մի մասը վերաճառագայթում է ռենտգենյան ճառագայթման տեսքով, սովորաբար իր հանգստի էներգիայի մի քանի տասնորդականի չափով: Այսպիսով, ակրեցիան բնության ամենահզոր էներգիայի փոխակերպման եղանակն է, չհաշված անիիլյացիան, քանի որ ջերմամիջուկային ռեակցիաները այդ առումով մոտ հարյուր անգամ պակաս են: Հաճախ այս նյութն առաջացնում է սկավառակ: Նման պայծառ սկավառակներ կարող են գոյանալ նաև ՍԹ-ների և ՆԱ-երի շուրջը, բայց դրանցում գազը լրացուցիչ էներգիա է արձակում՝ մեծ արագությամբ հարվածելով բարձր խտությամբ մակերևութին: ՆԱ-երի դեպքում անկման արագությունը կարող է կազմել լույսի արագության զգալի մասը:

**Միջանկյալ զանգվածով ռենտգենյան կրկնակին՝** աստղային համակարգ է, որում բաղադրիչներից մեկը նեյտրոնային աստղ է կամ սև խոռոչ, իսկ մյուսը՝ միջանկյալ

զանգվածով աստղ: Հատկապես հետաքրքիր տիեզերական ռենտգենյան աղբյուրներից է Հերկուլես X-1-ը, որը կազմված է նեյտրոնային աստղից և սովորական աստղից (HZ Her) ակրեցիաի ենթարկվող նյութից: Her X-1-ը զանգվածեղ ռենտգենյան կրկնակիների նախատիպն է, այն ընկնում է մեծ և փոքր զանգվածով ռենտգենյան կրկնակիների սահմանին՝  $\sim 2 M_{\odot}$ : Her X-1-ի պայծառության կորը ցույց է տալիս երկարատև և միջին տևողության փոփոխականություն՝ պայմանավորված արբանյակ աստղով կոմպակտ օբյեկտի խավարմամբ: Այս դեպքում արբանյակը 2 արեգակնային զանգվածով և 4 արեգակնային շառավղով աստղ է: Խավարումն օգնում է որոշել համակարգի ուղեծրային պարբերությունը՝ 1.7 օր:

**Կատակլիզմիկ փոփոխականներ (ԿՓ):** ԿՓ-ներն անկանոն կերպով, մեծ չափով պայծառանում են, այնուհետև նորից թուլանում և հասնում իրենց նախնական վիճակին: Սրանք գերփափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են: ԿՓ-ները կրկնակիներ են. դրանք պարունակում են գլխավոր բաղադրիչ՝ ՍԹ, և երկրորդային բաղադրիչ՝ սովորական աստղ: Բաղադրիչներն այնքան մոտ են միմյանց, որ ՍԹ-ի գրավիտացիան ազդում է երկրորդայինի վրա, որից տեղի է ունենում նյութի արտահոսք դեպի ՍԹ: Այդ պատճառով երկրորդայինը հաճախ կոչվում է դոնոր աստղ: ՍԹ-ի շուրջը գոյանում է ակրեցիոն սկավառակ, որից առաքվում է հզոր ԱՄ և ռենտգենյան ճառագայթում: Մագնիսական ԿՓ-ներում սպիտակ թզուկը մագնիսական ՍԹ է, իսկ ամենահզոր մագնիսական դաշտերով ԿՓ-ները կոչվում են AM Հերկուլեսի տիպի աստղեր կամ պոլյարներ: Կան նաև միջանկյալ հզորության մագնիսական դաշտերով ԿՓ-ներ. դրանք DQ Հերկուլեսի տիպի աստղերը կամ միջանկյալ պոլյարներն են:

**Մագնետարը** ծայրահեղ հզոր մագնիսական դաշտով ( $10^8$  -  $10^{11}$  Տեսլա) ՆԱ տեսակ է: Դրա բռնկումը հանգեցնում է մեծ էներգիաների հզոր էլեկտրամագնիսական ճառագայթման, մասնավորապես՝ ռենտգենյան և գամմա-տիրույթներում: Մագնետարները տիեզերքի ամենահզոր մագնիսական դաշտերով օբյեկտներն են: Սովորական բաբախիչները (պուլսարներ) նույնպես ժամանակ առ ժամանակ կարող են դրսևորել մագնետարի բռնկումներ, և այդ ժամանակ հատկապես ուժեղանում է դրանց բարձրէներգիական ճառագայթումը:

**Գերնորերի մնացորդներ (ԳՆՄ):** Գերնորը զանգվածեղ աստղի էվոլյուցիայի ավարտական փուլին հանգեցնող աստղային հզոր պայթյուն է, որի ժամանակ աստղի պայծառությունն աճում է միլիոն և միլիարդ անգամ: Աստղը դուրս է շարտում իր ամբողջ նյութը կամ դրա մեծ մասը և վերածվում գերխիտ մարմնի: Արտանետված նյութը երկար

Ժամանակ դիտվում է միգամածության տեսքով: Այդ պատճառով, չնայած Գալակտիկայում հազվագյուտ գերնորեր են գրանցվել, սակայն դիտվում են մի քանի տասնյակ ԳՆՄ-ներ, և դեռ կարող են հայտնաբերվել հազարավոր այդպիսի գոյացություններ: Այսպիսի ամենահայտնի օբյեկտը Խեցգետնաձև միգամածությունն է, որի կենտրոնում կա բաբախիչ՝ իմպուլսներ արձակող, մեծ արագությամբ պտտվող նեյտրոնային աստղ: Թաղանթավոր տեսակի ԳՄՆ-ներից ամենահայտնին Կասիոպեա Ա-ն է: Բաբախիչների մի մասը ճառագայթում է նաև ռենտգենյան տիրույթում, ԳՆՄ-ները նաև տիեզերական մասնիկների արագացման աղբյուրներ են:

**Պայծառ գալակտիկաներ:** Սրանց ռենտգենյան ճառագայթումը պայմանավորված է նրանցում պարունակվող բոլոր օբյեկտների գումարային ճառագայթմամբ, այսինքն՝ կարող են գրանցվել ռենտգենյան տիրույթում, եթե բավականաչափ պայծառ են կամ մոտ: Օպտիկական տիրույթում նույնացված բազմաթիվ ռենտգենյան աղբյուրներ հենց պայծառ գալակտիկաներ են, չնայած դրանք ռենտգենյան ճառագայթման տեսանկյունից հետաքրքրություն չեն ներկայացնում:

**Ակտիվ գալակտիկական միջուկներ (ԱԳՄ):** Սրանք գալակտիկաների կենտրոններում առկա կոմպակտ տիրույթներ են, որոնք ունեն գերբարձր լուսատվություն, ընդ որում, որպես կանոն, դրանք պայծառ են ինչպես օպտիկական, այնպես էլ համարյա մնացած բոլոր տիրույթներում, նաև հզոր ռենտգենյան աղբյուրներ են: Ավելին, երբ հեռավոր գալակտիկայից գրանցվում է ռադիո կամ ռենտգենյան ճառագայթում, արդեն կարելի է խոսել ԱԳՄ-ի մասին: ԱԳՄ-ի ճառագայթումը գերզանգվածեղ սև խոռոչի (ԳՉՍԽ) վրա գալակտիկայի կենտրոնում նյութի ակրեցիաի հետևանք է: ԱԳՄ-ները հզոր աղբյուրներ են, ուստի հայտնաբերվում են ամենամեծ հեռավորություններում: Տիեզերական ժամանակի ընթացքում դրանց էվոլյուցիան հասկանալը չափազանց կարևոր է տիեզերաբանական մոդելների ճշտման համար: Կան ամենատարբեր տեսակների ԱԳՄ-ներ՝ քվազարներ (QSO), Սեյֆերտի տիպի գալակտիկաներ (Sy1, Sy2 և այլ), LINER-ներ, ռադիոգալակտիկաներ, բլազարներ և այլն:

**Բլազարներ:** Սրանք տիեզերքի ամենահզոր աղբյուրներն են, որոնք սովորական քվազարներից տարբերվում են հզոր ռադիո և ռենտգենյան ճառագայթմամբ, փոփոխականությամբ, բևեռացված ճառագայթմամբ և սպեկտրերում առաքման գծերի բացակայությամբ: Դրանցից յուրաքանչյուրի ճառագայթումը գերազանցում է Գալակտիկայինը հարյուրավոր և հազարավոր անգամ: Բլազարները հավանաբար հսկա էլիպտիկ գալակտիկաների կենտրոններում են և միավորում են BL Մոդեսի տիպի (BL Lac) օբյեկտները և բարձր բևեռացմամբ քվազարները (HPQ): Սրանց հզորությունը



պայմանավորված է մեզ ուղղված ռեյաստիվիստական շիթով, որի շնորհիվ ճառագայթումն ավելի հզոր է թվում, իսկ իրենք՝ օբյեկտներն՝ ավելի կոմպակտ: Ներկայում հայտնաբերվել է ավելի քան 3000 բլազար: Հետաքրքիր է, որ բլազարներից երեքը Մարգարյանի գալակտիկաներ են՝ Mrk 180, Mrk 421, Mrk 501:

**Գալակտիկաների կոյտեր:** Սրանք գալակտիկաների մեծ խմբավորումներ են, որտեղ հավաքված են հարյուրավոր, հազարավոր, երբեմն՝ միլիոնավոր գալակտիկաներ, որոնք կապված են գրավիտացիոն փոխազդեցությամբ: Դրանք տիեզերքի գրավիտացիոն ուժերով կապված ամենամեծ համակարգերն են: Գալակտիկաների կոյտերի համար հատկանշական է միջկոյտային միջավայրը, որը բաղկացած է գալակտիկաների միջև առկա և մինչև 400-500 հզր. Կելվին տաքացած գազից, որն էլ ճառագայթում է ռենտգենյան ալիքներ:

Ամփոփելով, պատկերավոր ընկալելու համար բերում ենք ռենտգենյան աղբյուր հանդիսացող հնարավոր տիեզերական օբյեկտների ցանկը՝ հայերեն և անգլերեն (արագ նույնականացնելու նպատակով):

- Արեգակնային համակարգի մարմիններ / Solar System bodies
- ջերմ պսակներով աստղեր / stars with hot coronae
- ուշ դասերի (K-M) թզուկ աստղեր / late type (K-M) dwarf stars
- սպիտակ թզուկներ և ջերմ ենթաթզուկներ / white dwarfs (WD) and hot subdwarfs (sD)
- ռենտգենյան կրկնակիներ / X-ray binaries
- ցածր զանգվածով ռենտգենյան կրկնակիներ / low mass X-ray binaries (LMXB)
- միջանկյալ զանգվածով ռենտգենյան կրկնակիներ / intermediate mass X-ray binaries (IMXB)
- կատակլիզմիկ կրկնակիներ կամ կատակլիզմիկ փոփոխականներ / cataclysmic binaries (CB) or cataclysmic variables (CV)
- մագնետարներ / magnetars
- Գերնորերի մնացորդներ / Supernovae (SNe) remnants (SNR)
- պայծառ գալակտիկաներ / bright galaxies
- քվազարներ / quasars (QSO)
- այլ ակտիվ գալակտիկական միջուկներ / other active galactic nuclei (AGN)
- այլ ակտիվ գալակտիկաներ / other active galaxies (AG)
- բլազարներ / blazars (BLL, FSRQ)

- գալակտիկաների կույտեր / clusters of galaxies

Ատենախոսությունը գլխավորապես նվիրված է ակտիվ գալակտիկաների ռենտգենյան ուսումնասիրություններին:

**Ակտիվ գալակտիկական միջուկները** հանդիսանում են Տիեզերքի ամենապայծառ օբյեկտները [135, 136, 138]: Նրանք ունեն հզոր և փոփոխական ոչ ջերմային ճառագայթում, որը պայմանավորված է կենտրոնական մասում գտնվող գերզանգվածեղ սև խոռոչի առկայությամբ (Super Massive Black Hole, SMBH) [63]: Դրանց ծագումնաբանությունը, ներքին կառուցվածքը և նրացում տեղի ունեցող ֆիզիկական երևույթները, որոնց հիմքում ընկած են դիտողական տվյալները, հանդիսանում են աստղագիտության ամենակարևորագույն խնդիրներից մեկը:

ԱԳՄ-ների որոշ հատկությունները, որոնք դուրս են բերվել դիտողական տվյալներից, հնարավորություն են տալիս դրանք բաժանել մի քանի ենթատեսակի՝

- Ռադիո գալակտիկաներ [105],
- Սեյֆերտի տիպի գալակտիկաներ [115],
- Քվազարներ [109, 113],
- Բլազարներ [57],
- Լայներներ [52],

1955թ.-ին առաջ է քաշվել մի վարկած, ըստ որի ակտիվ միջուկներից դուրս են շարտվում նոր գալակտիկաներ: Այս վարկածի, ինչպես նաև ԱԳՄ-ների մասին առաջին անգամ խոսվել է Վիկտոր Համբարձումյանի կողմից [15, 16]: Հետագայում՝ 1959 թվականին, Վոլտյերն իր աշխատանքում նույնպես անդրադարձել է ԱԳՄ-ներին [131]:

Դիտումներից ստացված տվյալների համեմատությունը ցույց տվեց, որ այս բոլորը ակտիվության դրսևորումներն ունեն միևնույն ֆիզիկական բնույթ: Առաջին անգամ այս եզրակացությանը եկել է Համբարձումյանը [17, 18]: Համախմբելով 1950-ականներին հայտնի ԱԳՄ-ների հատկությունները, 1958 թվականին Համբարձումյանը «Մի Սովեյան» համագումարում հանդես եկավ զեկույցով այն մասին, որ բնության մեջ գոյություն ունեն «գերխիտ մարմիններ», որոնք պատասխանատու են գալակտիկաների միջուկների ակտիվության համար: Նա ենթադրում էր նաև, որ գալակտիկաները ծնվում են այդպիսի մարմինների պայթյունից, և դրանք պետք է փնտրել սպեկտրի կապույտ տիրույթում [17]:

Բյուրականի աստղադիտարանում սկսվեց գերմանուշակագույն ավելցուկով գալակտիկաների փնտրման աշխատանքներ Մարգարյանի (1967-1978 թթ.) և

Ղազարյանի (1970-1976 թթ.) կողմից՝ օգտագործելով 1մ Շմիդտի աստղադիտակը [147, 149]: Արդյունքում հայտնաբերվեցին համապատասխանաբար 1515 [148] և 706 [150] գալակտիկաներ: Այս օբյեկտները մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում, և մինչ այժմ բազմաթիվ աշխատանքների հիմք են հանդիսանում:

ԱԳՄ-ների և մասնավորապես Սեյֆերտի գալակտիկաների հետազոտություններով է սկսում զբաղվել Խաչիկյանը (1968 թ.): Նրա կողմից կատարվում են բազմաթիվ սպեկտրոսկոպիկ դիտումներ և հետազոտություններ (հիմնականում Մարգարյանի գալակտիկաների) [152]՝ հայտնաբերվում են բազմաթիվ Սեյֆերտյան գալակտիկաներ:

Այս աշխատանքներին զուգահեռ՝ նոր ԱԳՄ-ներ գտնելու նպատակով, Առաքելյանի (1975 թ.) կողմից կատարվել է մակերևութային բարձր պայծառություն ունեցող գալակտիկաների ուսումնասիրություն [151], արդյունքում հայտնաբերվել է 621 այդպիսի օբյեկտ, որոնց սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրություններից դուրս բերվեցին բազմաթիվ Սեյֆերտյան գալակտիկաներ:

Համարվում է, որ գալակտիկաները կարելի է համարել ակտիվ միջուկով գալակտիկաներ, եթե նրանց միջուկները ունեն հետևյալ հատկությունները՝

- Սպեկտրի ոչ ջերմային տեսքը էլեկտրամագնիսական ալիքների ռադիոյից մինչև գամմա տիրույթներում (ոչ ջերմային ճառագայթում), որը հիմնականում պայմանավորված է մագնիսական դաշտի առկայությամբ [31],
- Փոփոխականությունը էլեկտրամագնիսական ալիքների ռադիո, գամմա, ռենտգենյան և օպտիկական տիրույթներում [47],
- Լայն առաքման գծերի առկայությունը սպեկտրում, որը պայմանավորված է տաք գազի մեծ արագությամբ շարժումով [115],
- Կառուցվածքային առանձնահատկություններ, որոնք պայմանավորված են միջուկի ակտիվությամբ և որի հետևանքով միջուկից կան որոշակի արտանետումներ [26],
- Սպեկտրային և բևեռացված առանձնահատկություններ, որոնք պայմանավորված են որոշակի մագնիսական դաշտի առկայությամբ [137, 138]:

Որպեսզի գալակտիկան բավարարի այս պայմաններին, այն պետք է ունենա կենտրոնական մասում մեծ քանակությամբ գազի զանգվածի կենտրոնացում, քանի որ



Այս մոդելը բավականին լավ է նկարագրում ԱԳՄ-ների մինչ այժմ հայտնի տիպերը, բայց այնուամենայնիվ կան որոշակի խնդիրներ և հատկություններ, որոնց բացատրությունը մինչ այժմ հանդիսանում է աստղագիտության կարևորագույն խնդիրներից մեկը:

Ատենախոսությունը բաղկացած է 6 գլխից՝

1. **Ներածություն:** Այս գլխում տրված են ընդհանուր պատկերացումներ ակտիվ միջուկով գալակտիկաների և ռենտգենյան աստղադիտակների վերաբերյալ:
2. **Ռենտգենյան ԱԳՄ-ների համասեռ ընտրանքի ստեղծում ROSAT BSC և FSC կատալոգներից և բազմալիքային ուսումնասիրություններ:** Այս գլխում նկարագրվում է մեր կողմից ստեղծված ռենտգենյան ԱԳՄ-ների կատալոգը, և դրա կարևորությունը:
3. **ԱԳՄ-ների սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրություններ և ակտիվության դասեր:** Այս գլխում կատարվել է որոշ ակտիվ միջուկով գալակտիկաների օպտիկական սպեկտրալ դասակարգում, որոնց դասերը մինչ այժմ անհայտ էին: Ինչպես նաև կատարվել է հայտնի ԱԳՄ-ների սպեկտրալ դասակարգումների ճշգրտում և վերադասակարգում:
4. **Բլազարների ռենտգենյան հատկությունները:** Այս գլխում դուրս են բերվել բլազարների ռենտգենյան հատկությունները, ինչպես նաև կառուցվել են նրանց ռենտգենյան սպեկտրները և դուրս են բերվել ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսները: Տրվել է գնահատական տարբեր տեսակի բլազարների ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսների և այլ աստղաֆիզիկական մեծությունների մասին:
5. **Ռենտգենյան աստղերի սպեկտրային ուսումնասիրություն:** Այս գլխում կատարվել է ռենտգենյան աստղերի սպեկտրալ դասակարգում, որոնք ընդգրկված էին մեր կողմից ստեղծված ռենտգենյան օբյեկտների ընդհանրացված կատալոգում:
6. **Ընդհանուր արդյունքների ամփոփում և եզրակացություն:** 2, 3, 4 և 5 գլուխների հիման վրա դուրս են բերվել ակտիվ միջուկով գալակտիկաների համար ստացված ընդհանուր հատկությունները և կատարվել է որոշակի եզրակացություն:

**Շնորհակալություն:**

**Գրականություն:**

## 2. ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱԳՄ-ՆԵՐԻ ՀԱՄԱՍԵՌ ԸՆՏՐԱՆՔԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄ ROSAT BSC և FSC ԿԱՏԱԼՈԳՆԵՐԻՑ և ԲԱԶՄԱԼԻՔԱՅԻՆ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

### 2.1. ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ

Այս աշխատանքում փորձ է արվում ստեղծել ռենտգենյան ճառագայթում ունեցող ԱԳՄ-ների ընտրանք և իրականացնել դրանց բազմալիքային (ԲԱ) ուսումնասիրություններ՝ էլեկտրամագնիսական ալիքների տարբեր տիրույթներում հոսքերի միջև կապեր գտնելով, որոնց միջոցով հաստատել ԱԳՄ-ների թեկնածուները իսկ որոշ դեպքերում գտնել նորերը:

Ռենտգենյան աղբյուրների ընտրանքի համասեռությունն ու ամբողջականությունն ապահովելու համար օգտագործվել են միայն ROSAT կատալոգների տվյալները: ROSAT արբանյակը հագեցած էր 0.1-2.4 կէՎ տիրույթում զգայնություն ունեցող ռենտգենյան ընդունիչով և 84 սմ տրամագծով հայելով: Այս արբանյակը իրականացրել է ամբողջ երկնքի շրջահայություն՝ ռենտգենյան տիրույթում [22]:

ROSAT-ի տվյալները հիմնականում ներկայացված են երկու կատալոգներում՝ ROSAT All-Sky Survey Bright Source Catalog (RASS - BSC) [123] և ROSAT All-Sky Survey Faint Source Catalog (RASS - FSC) [124]: Դրանք հստակորեն տարբերվում են միմյանցից ռենտգենյան հոսքով, որն արտահայտվում է հաշվարկի արագությամբ (CR) (ընդունիչի կողմից գրանցված քվանտների քանակը միավոր ժամանակում): RASS-BSC-ն պարունակում է 18811 աղբյուր՝  $CR > 0.05$  մաս/վրկ, իսկ RASS-FSC-ն պարունակում է 105924 աղբյուր՝  $CR < 0.05$  մաս/վրկ՝  $CR < 0.0005$  մաս/վրկ զգայնության տիրույթում: Հետագայում այդ երկու ընտրանքի միավորումից ստացվել է ROSAT all-sky research (2RXS) աղբյուրների ընտրանքը, որն պարունակում է 135118 ռենտգենյան աղբյուր [27]: Դրանց թվում կան հազարավոր հետաքրքիր օբյեկտներ: Չնայած այն բանի, որ վերջերս

մի քանի ռենտգենյան առաքելություններ են եղել, միննույն է ROSAT-ը դեռևս միակ արբանյակն է, որը կատարել է բավական խորը հետազոտություններ ամբողջ երկնքում:

Ռենտգենյան աղբյուրների նույնացման աշխատանքներից առավել հայտնի են ROSAT Bright Sources (RBS, [114]) որը պարունակում է օպտիկական նույնացված 2012 աղբյուրներ՝  $CR \geq 0.20$  և  $|b| > 30^\circ$  սահմանափակումներով: ROSAT-ի աղբյուրների օպտիկակն նույնացումների մեծ մասը իրականացվել են Hamburg Quasar Survey-ի (HQS, [53]) շրջահայության հիման վրա, որն իրականացվել է Համբուրգի աստղադիտարանի 80 սմ Շմիդտի համակարգի աստղադիտակի միջոցով և ընդգրկում է ողջ հյուսիսային երկինքը՝ բարձր գալակտիկական լայնություններում: Շրջահայության ընթացքում ստացվել են սպեկտրներ օբյեկտիվ պրիզմայի միջոցով ( $1.7^\circ$ ): Դիտումների համար օգտագործվել են 1931 հատ Kodak IIIa-J էմուլսիոն թիթեղներ՝ 3400–5400 Å սպեկտրային զգայությամբ: Ցածր դիսպերսիոն HQS սպեկտրները թույլ են տալիս կատարել օբյեկտների նախնական դասակարգումներ, ինչը հնարավորություն է տալիս հետագա հետազոտության համար ձևավորել օբյեկտների ենթաընտրանքներ: Այդ շրջահայության օբյեկտների հետ, ռենտգենյան աղբյուրների նույնացման նպատակով կատարվել է երկու աշխատանք՝ Hamburg-ROSAT Catalogue (HRC, [134]) և Byurakan-Hamburg-ROSAT Catalogue (BHRC, [79]): HRC-ին հիմնված է RASS-BSC-ի վրա և պարունակում է 5341 աղբյուր՝  $|b| > 20^\circ$  և  $\delta > 0^\circ$  տիրույթում, մինչդեռ BHRC-ն հիմնված է RASS -FSC-ի վրա և պարունակում է 2791 թույլ աղբյուրներ՝  $CR \geq 0.04$  մաս/վրկ սահմանափակմամբ (հուսալի ռենտգենյան աղբյուրներ ունենալու համար):

Երկու կատալոգներում էլ օպտիկական աղբյուրների ընտրությունը պայմանավորված էր HQS-ի հետևյալ առավելություններով.

1. Հետազոտությունն ընդգրկում է ամբողջ հյուսիսային երկինքը՝  $\delta > 0^\circ$  և  $|b| \geq 20^\circ$ ;
2. Սպեկտրները ստացվել են օբյեկտիվ պրիզմայի միջոցով՝ 1390 Å/մմ դիսպերսիայով, ինչը հնարավորություն է տվել տեսնել սպեկտրի էներգիայի բաշխումը (SED), և նկատել ճառագայթման և կլանման որոշ լայն գծեր;
3. Շրջահայության բոլոր թիթեղները թվայնացված են բարձր որակով և հասանելի են ուսումնասիրության համար.

4. HQS-ն թույլ է տալիս արագ որոշակիացնել օբյեկտները և գտնել դրանց տվյալները այլ կատալոգներում:

5341 HRC օպտիկական նույնականացումներից 1607-ը, իսկ 2696 BHRC օբյեկտներից 1614-ը նշված են որպես ԱԳՄ կամ նրանց թեկնածուներ:

Միավորելով այս երկու ընտրանքները ստեղծվել է ռենտգենյան ԱԳՄ-ների համասեռ ընտրանք, որն ընդգրկում է ողջ հյուսիսային երկինքը, և սահմանափակվում է գալակտիկական բարձր լայնություններով ( $\delta > 0^\circ$ ,  $|b| \geq 20^\circ$ ), իսկ  $CR \geq 0.04$  մաս/վրկ-ից: Ընտրանքները ուսումնասիրելուց և ստուգելուց հետո բացառվել են մի շարք օբյեկտներ և ներառվել մի քանի բացակայող ԱԳՄ-ներ, ինչի արդյունքում ստացվեց ընդհանուր առմամբ 4253 ԱԳՄ կամ դրանց թեկնածուներ:

Այսպիսով, ստացվել է ԱԳՄ-ների ամենամեծ ռենտգենյան համասեռ և ամբողջական ընտրանքը, և հնարավորություն ստեղծվեց դրանց բազմաալիքային հատկությունների և մանրակրկիտ ուսումնասիրությունների համար:

## **2.2. HRC-ի և BHRC-ի ՄԻՎՎՈՐՈՒՄ և ՃՇԳՐԻՏ ԼՈՒՍԱԶԱՓԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԱՎԱՔԱԳՐՈՒՄ**

Հետագա սխալներից ու անճշտություններից խուսափելու համար նախքան հիմնական աշխատանքը սկսելը մանրամասն ուսումնասիրվել են HRC և BHRC կատալոգները: Օբյեկտների նույնացման նպատակով [142, 143] այս երկու կատալոգները համեմատվել են Catalogue of QSOs and Active Nuclei կատալոգի 13-րդ տարբերակի հետ ([122], այսուհետ՝ VCV-13): VCV-13-ը ներառում է միայն այն օբյեկտները, որոնք ունեն օպտիկական սպեկտրներ, և որոնց սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրությունները հաստատել են դրանց ԱԳՄ լինելը: Այն պարունակում է 168940 ԱԳՄ-ներ: Բացի VCV-13-ից, նաև օգտագործվել է BZCAT կատալոգը [74]՝ բլազարների համար ավելի լավ ամբողջականության ապահովելու համար (մեծ հավանականությանը ռենտգենյան աղբյուրներ): Թեև SDSS-ի [141] վերջին թողարկումներում [9], ինչպես նաև այլ աշխատանքներում, շատ են հայտնաբերվել նոր QSO-ներ և այլ ԱԳՄ-ներ, դրանցից



շատերը թույլ օբյեկտներ են և էապես չեն ավելացնում ROSAT-ի հետ նույնացված օբյեկտների թիվը:

VCV-13-ի և BZCAT-ի միջոցով որոշ դասակարգման վրիպակներ են հայտնաբերվել (օբյեկտները ԱԳՄ-ներ են, բայց դասակարգվել են որպես աստղեր կամ սովորական գալակտիկաներ): Այդ օբյեկտների թիվը 1024 և 59 է համապատասխանաբար HRC-ի և BHRC-ի համար: Այսպիսով, կատալոգի օպտիկական օբյեկտների թիվը՝ որոնք հանդիսանում ԱԳՄ -ներ են կամ դրանց թեկնածուները, հավասարվեց 4253-ի, այսինքն 32%-ով ավելի, քան HRC-ի և BHRC-ի ընտրանքների պարզ համադրությունից: Աղյուսակ 2.1-ում ցույց է տրված ԱԳՄ-ներ բաշխվածությունն ըստ տեսակների (HRC/BHRC AGN կատալոգում, համեմատած HRC-ի և BHRC-ի կատալոգների հետ):

Տեսակ	HRC	BHRC	HRC/BHRC	Տոկոս
Բլազար	0	16	267	6.28
Քվազար	874	994	1269	29.84
ԱԳՄ	560	393	1833	43.10
Թեկնածուներ	214	141	884	20.78
Ամբողջը	1648	1544	4253	100.00

**Աղյուսակ 2.1.** ԱԳՄ-ներ բաշխվածությունն ըստ տեսակների և ըստ կատալոգների:

Քանի որ, HRC-ն չի պարունակում տվյալներ այլ կատալոգներից, ինչպիսիք են VCV-13, SDSS և այլն, իրականացվել է առկա տվյալների համասեռ որոնում տարբեր տվյալների բազաներում, ներառյալ ոչ օպտիկական տիրույթները:

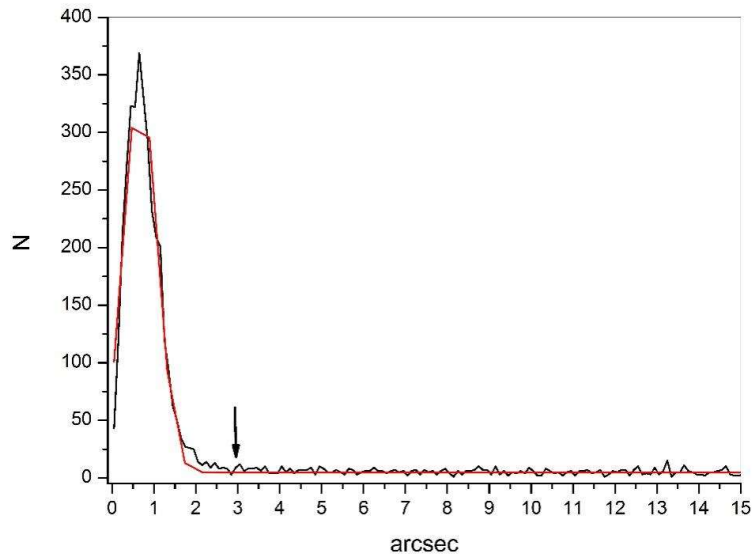
Վերջնական նույնացման համար օգտագործվել են ստորև թվարկված բոլոր կատալոգները, որոնք քիչ թե շատ երաշխավորում են համասեռությունը, (օգտագործվել են ամբողջ երկնքի կամ դրա մեծ մասը ծածկող շրջահայություններ) և տալիս են տարբեր միջակայքերում հոսքերի չափումներ:

- **Gamma-ray:** FERMI [87], INTEGRAL [65];
- **UV:** GALEX [84];
- **Optical:** APM [76], USNO-B1.0 [83], GSC 2.3.2 [69], SDSS DR16 [9];
- **IR:** 2MASS Point Source Catalogue (PSC, [35]), 2MASS Extended Source Catalogue (ESC, [116]), WISE [36, 37], IRAS Point Source Catalogue (PSC, [60]), IRAS Faint Source Catalogue (FSC, [85]), IRAS PSC/FSC Combined Catalogue [4];
- **Radio:** NVSS [33], FIRST [55]:

4253 HRC/BHRC օբյեկտներից 3369 հաստատվել են որպես ԱԳՄ օգտագործելով VCV-13 և BZCAT դասակարգումները, իսկ մնացած 884-ը պահպանվել են որպես ԱԳՄ-ի թեկնածուներ: ԱԳՄ-ները տարբերելու և ապագայում ԱԳՄ-ների կամ դրանց թեկնածուների որոնման համար կառուցվել են տվյալների միմյանցից կախվածության տարբեր բաշխման գրաֆիկներ և հիստոգրամներ (տես հաջորդ բաժիններում):

Կատարվել է ընտրանքի օբյեկտների նույնացումներ այն կատալոգների հետ, որոնք ծածկում են ողջ երկինքը կամ դրա մեծ մասը՝ գամմա տիրույթից մինչև ռադիոտիրույթ: Բոլոր նույնացումների համար ճշգրիտ որոնման շառավիղը որոշելու և սխալ նույնացումներից խուսափելու համար կատարվել է մեծ շառավղով նախնական նույնացում, այնուհետև կառուցվել է նույնացման հեռավորությունների բաշխումը բոլոր աղբյուրների համար: Ապա այդ բաշխման համար կառուցվել է Գաուսյան, և սահմանափակվել է  $3\sigma$  (99.73% հավանականության) տիրույթով: Նկար 2.1-ում ցույց է տրված APM կատալոգի համար նման հաշվարկի օրինակ: Եզրակացվել է, որ օբյեկտի դիրքից մինչև 3 աղեղնային վայրկյան հեռավորություններ ունեցող օբյեկտները պետք է համարվեն վստահելի նույնացումներ, թեև որոնման իրական շառավիղը ավելի մեծ է

ընդունվել՝ մեծ դիրքային սխալներով որոշ իրական նույնացումներ բաց չթողնելու համար:



**Նկար 2.1.** APM կատալոգի ճիշտ նույնացման շառավիղը հաշվարկելու օրինակ:

Եթե նույնացման ժամանակ գրանցվել են տվյալ աղբյուրին համապատասխան մի քանի օբյեկտ, ապա որպես վստահելի նույնացում ընտրվել է այն աղբյուրը, որը 3 անգամ մոտ է եղել երկրորդից: Երբ հեռավորությունների հարաբերությունն ավելի քիչ է եղել, և հնարավոր չի եղել հստակեցնել օբյեկտը, դրվել է <:> նշանը, ինչը նշանակում է կասկածելի նույնացում:

Համաստեղությունը պահպանելու համար բոլոր աշխատանքները կատարվել են նաև այլ օբյեկտների համար (սովորական գալակտիկաների և աստղերի), որոնք առկա են HRC և BHRC կատալոգներում, ընդհանուր առմամբ նույնացվել են 8037 ROSAT աղբյուրներ:

Աղյուսակը 2.2-ում բերված է ROSAT-ի 8037 աղբյուրների նույնացման արդյունքները տարբեր կատալոգների համար:

Կատալոգի անվանումը	Փնտրման շառավիղ (arcsec)	ԱԳՄ	Գալ	Աստղ	Անհայտ
FERMI	600	155	5	17	8
INTEGRAL	600	34	0	1	3
GALEX	3	2769	172	918	705
APM	3	4099	442	1387	884
USNO-B1.0	3	4239	486	1788	1462
GSC 2.3.2	2	4213	466	1810	1467
SDSS phot	1	3976	440	1429	1198
SDSS spec	1	2908	231	204	0
2MASS	2	3368	410	1585	1283
WISE	2	4084	448	1485	1217
IRAS	60	249	11	102	182
NVSS	10	930	135	9	35
FIRST	3	1021	132	6	35
VCV-13	30	3352	--	--	--
BZCAT	5	387	--	--	--
TOTAL	--	4253	492	1800	1492

**Աղյուսակ 2.2.** 8037 HRC և BHRC աղբյուրների նույնացումների արդյունքները բազմալիքային կատալոգների հետ:

Որպեսզի հնարավոր լինի համեմատել և հետևել օբյեկտների վարքագծին տարբեր բաշխվածություններում, դրանք բաժանվել են երեք խմբի՝

- 1) ակտիվ գալակտիկական միջուկներ (ԱԳՄ)
- 2) սովորական գալակտիկաներ
- 3) աստղեր:

Այս բաժանումը կատարվել է հետևյալ սկզբունքով: Ռենտգենյան բոլոր աղբյուրները օպտիկական տիրույթում կարելի է բաժանել երկու մասի՝ ըստ իրենց տարածվածության

- 1) տարածված,
- 2) կետային:

Այս երկու տեսակներից յուրաքանչյուրն իր հերթին բաժանվում է երկու ենթատեսակի՝

- 1"1 Պայծառ նորմալ գալակտիկաներ,
- 1"2 Տարածված ակտիվ գալակտիկական միջուկներ,
- 2.1 Աստղեր,
- 2.2 Կետային ակտիվ գալակտիկաներ (QSO-ներ):

Այնուամենայնիվ, քանի որ ուսումնասիրվում են ԱԳՄ-ները՝ ներառյալ QSO-ն, ապա այս երկու ենթատիպերը միավորվել են մեկի մեջ (1.2 և 2.2), և ստացվել է երեք տեսակի օբյեկտներ:

1. ԱԳՄ (QSO + տարածված ԱԳՄ),
2. Պայծառ նորմալ գալակտիկաներ,
3. Աստղեր,

Բոլոր հետագա ուսումնասիրություններն արվել են այս երեք խմբերի համար, ԲԱ տվյալներից ստացված հատկությունների տարբերությունները գտնելու համար:

Ռենտգենյան բոլոր աղբյուրներից ԱԳՄ-ները տարանջատելու համար հարկավոր էր գտնենք դրանց հատուկ առանձնահատկությունները: Այդ նպատակով հավաքագրված տվյալների հիման վրա կառուցվել են գրաֆիկներ և հիստոգրամներ, որոնք հնարավորություն կտան գտնել մոտակա Տիեզերքում բոլոր դիտարկված QSO-ները և ԱԳՄ-ները, որոնք ունեն ռենտգենյան ճառագայթում:

## 2.3. ԲԱՆԱՁԵՎԵՐ ԵՎ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐ

### 2.3.1 ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԲԱՑԱՐՁԱԿ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Բացարձակ աստղային մեծությունները հաշվելու համար օգտագործվել է (2.1) բանաձևը՝

$$M = m + 5 - 5 * \text{Log}(D) - k + \Delta m(z), \quad (2.1)$$

որտեղ  $M$ -ը բացարձակ աստղային մեծությունն է,  $m$ -ը՝ տեսանելի աստղային մեծությունը, իսկ  $D$ -ն- հեռավորությունն է (2.2), սահմանված [106]:

$$D = \frac{c * (1+z)}{H_0} * \int_0^z [(1+z)^3 * \Omega_M + \Omega_\Lambda]^{-0.5} dz, \quad (2.2)$$

$k$  ուղղումն դա՝

$$k = -2.5 * \text{Log}(1+z)^{(1-\alpha)}, \quad (2.3)$$

( $k$ -ի արժեքների վերցվել են [86] աշխատանքից):

$\Delta m(z)$ -ը  $k$ -ի ուղղումն է, հաշվի առնելով այն, որ քվազարների սպեկտրը չի նկարագրվում խիստ աստիճանային օրենքով՝  $S \propto \nu^{-\alpha}$ , այլ նրա վրա ազդում են առաքման գծերը և  $L_y$   $\alpha$ -ի անտառը:  $z$ -ի ավելի մեծ արժեքների համար ընդունվել է  $\Delta m(z)=10.82$ : Այս ուղղումները հաշվարկվել են [130] և [122] կողմից՝ այդ պահին առկա առաքման գծերի ինտենսիվություններով, համապատասխանաբար  $z < 2.2$  և  $z < 5$  տիրույթների համար:

Հեռավորությունը հաշվարկելու համար օգտագործվել են տիեզերական հաստատունների հետևյալ արժեքները՝

$$H_0 = 71 \text{ կմ} * \text{վ}^{-1} * \text{Մպս}^{-1}, \Omega_M = 0.29, \Omega_\Lambda = 0.71,$$

(Տես օրինակ, [102] կամ [106]):

### 2.3.2. ՀՈՍՔԵՐ և ԼՈՒՍԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Բոլոր կատալոգներում հոսքերի համար ( Յանսկի, Էրգ և այլն) անցել ենք հոսքի խտության (Վտ/մ<sup>2</sup>):

Աստղային մեծությունից հոսքի խտության անցման համար օգտագործել ենք՝

$$F_v = F_0 * 10^{\left(\frac{m}{-2.5}\right)}, \quad (2.4)$$

որտեղ  $F_0$ -ն գրոյական մեծության հոսքն է ( $F_0$  գրոյական մեծության հոսքերը օպտիկական և ենթակարմիր տիրույթների համար տրված են [32, 34, 42] աշխատանքներում):

ROSAT-ի հոսքը հաշվարկելու համար օգտագործվել է հետևյալ բանաձևը՝

$$F_x = [\text{մասս}/\text{վ}] * (5.30 * HR1 + 8.31) * 10^{-12} [\text{Էրգ} * \text{սմ}^{-2} * \text{վ}^{-1}], \quad (2.5)$$

որը ստացվել է [111] կողմից՝ գլխավոր հաջորդականության մոտակա աստղերի ամբողջական ընտրանքի ռենտգենյան հետազոտություններից: Այստեղ HR1-ը կոշտության գործակիցն է, որը սահմանված է՝

$$HR1 = \frac{H-S}{H+S}; \quad HR2 = \frac{[D]-[C]}{[D]+[C]} \quad (2.5.1):$$

Որտեղ H-ը, S-ը, D-ն և C-ն իրենցից ներկայացնում են ROSAT-ի աղբյուրների քվանտների քանակը համապատասխանաբար՝ կոշտ (0.5–2.0 կէՎ), փափուկ (0.1–0.4 կէՎ) տիրույթներում, D-ն (0.91–2.01 կէՎ) և C-ն (0.52–0.90 կէՎ) : Կոշտության գործակիցը իրականում «ռենտգենյան գույնն» է, որի արժեքի վրա ազդում են ինչպես պլազմայի ջերմաստիճանը, այնպես էլ այլ երևույթներ: CR-ն աղբյուրի քվանտների գրանցման արագությունն է:

GALEX-ի հոսքը հաշվելու համար օգտագործվել են հետևյալ բանաձևերը՝ հեռավոր գերմանուշակագույնի (FUV) (2.6), և մոտ գերմանուշակագույնի (NUV) (2.7) համար:

$$F_{FUV} = 1.40 * 1538.6 * 10^{-15} * 10^{\frac{m_{AB}-18.82}{-2.5}}, \quad (2.6)$$

$$F_{NUV} = 2.06 * 2315.7 * 10^{-16} * 10^{\frac{m_{AB}-20.08}{-2.5}}, \quad (2.7)$$

որը ստացվել է [84] կողմից:

Այս բոլոր լուսաչափական տվյալները ներկայացված են մեր կատալոգում: Դրանց միջոցով կառուցվել են տարբեր կախվածությունների գրաֆիկներ, տարատեսակ տեսակի օբյեկտների վարքագծերը հետազոտելու և դրանց միջին բնութագրերը ստանալու համար:

## 2.4. ROSAT BSC/FSC ԱԳՄ ԿԱՏԱԼՈԳԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ստեղծվել է ROSAT BSC և FSC ԱԳՄ-ների կատալոգը, որը պարունակում է ռենտգենյան ընտրված 3369 հաստատված և 884 ԱԳՄ-ների թեկնածուներ, ընդհանուր առմամբ 4253 օբյեկտ, որոնք բոլորն նույնացվել են ROSAT-ի աղբյուրների հետ: Կատալոգում հավաքագրվել է ողջ տեղեկատվությունը՝ գամմա, ռենտգենյան, գերմանուշակագույն, օպտիկական, ենթակարմիր և ռադիո տիրույթների համար: Այս կատալոգը հասանելի է միայն էլեկտրոնային տարբերակով Vizier կայքում (*J/other/Ap/64.277/catalog*): Այն բաղկացած է 4253 տողից և 175 սյունակից:

Աղյուսակը 2.3-ում բերված է կատալոգից մի կտոր, որպես օրինակ:

Տրված են հետևյալ սյունակները՝ 1) ROSAT-ի անվանումը, 2) քվանտների հաշվարկի արագությունը (ct/s), 3–4) GALEX-ի FUV և NUV մեծությունները, 5) SDSS-ի տեսանելի աստղային մեծությունը  $r$  ֆիլտրում, 6–7) 2MASS-ի J և H մեծությունները, 8) FIRST-ի ինտեգրալ հոսքը, 9) կարմիր շեղումը, 10) բացարձակ աստղային մեծությունը, 11) օբյեկտների տեսակները, 12) օբյեկտների ակտիվության դասերը:



ROSAT անվանումը 1RXS	CR (ct/s)	FUV (mag)	NUV (mag)	r (mag)	J (mag)	H mag	F <sub>1400</sub> (mJy)	z	M <sub>abs</sub> (mag)	Տեսակ	Ակտիվության դաս
J004319.8+005131	0.062	18.178	18.003	17.663	16.391	15.434	001.64	0.308129	-23.04	AGN	Sy1
J011130.5+053612	0.180	21.228	21.344	18.757	16.985	15.834	013.78	0.346000	-22.18	BL	BL
J014358.4+022057	0.066	17.265	17.045	13.073	12.832	12.023	013.75	0.017000	-20.63	AGN	Sy1n
J030640.2+000342	0.074	19.395	18.723	16.227	15.078	14.121	003.17	0.107438	-22.13	AGN	Sy1n
J081100.8+571415	0.066	18.876	17.843	17.806	17.085	15.918	358.18	0.610665	-24.44	QSO	Sy1.5
J081432.9+561008	0.054	19.090	18.731	18.113	16.960	15.896	080.23	0.509107	-23.72	QSO	Sy1n
J081517.8+460429	0.140	18.244	17.252	14.461	13.941	13.014	005.86	0.041023	-21.75	AGN	Sy1.5n
J082209.5+470601	0.330	20.524	20.009	15.683	15.309	14.833	052.63	0.127081	-23.03	AGN	Sy1.5
J091248.0+285430	0.100	21.123	20.088	17.349	15.626	14.622	000.84	0.181734	-22.11	AGN	QSO
J094204.0+234106	0.120	18.750	17.756	14.280	13.328	12.587	005.91	0.021299	-20.52	AGN	Sy1.5
J101455.6+003349	0.084	16.997	16.794	15.940	14.919	14.166	002.60	0.185000	-23.56	AGN	Sy1.2
J112716.6+190914	0.110	19.668	18.819	15.279	13.997	13.403	005.90	0.105000	-23.03	QSO	Sy1.8
J114723.2+350045	0.043	20.171	19.292	14.589	13.645	12.871	615.35	0.062894	-22.54	AGN	Sy2

**Աղյուսակ 2.3.** HRC/BHRC AGN կատալոգից մի կտոր (որպես օրինակ):

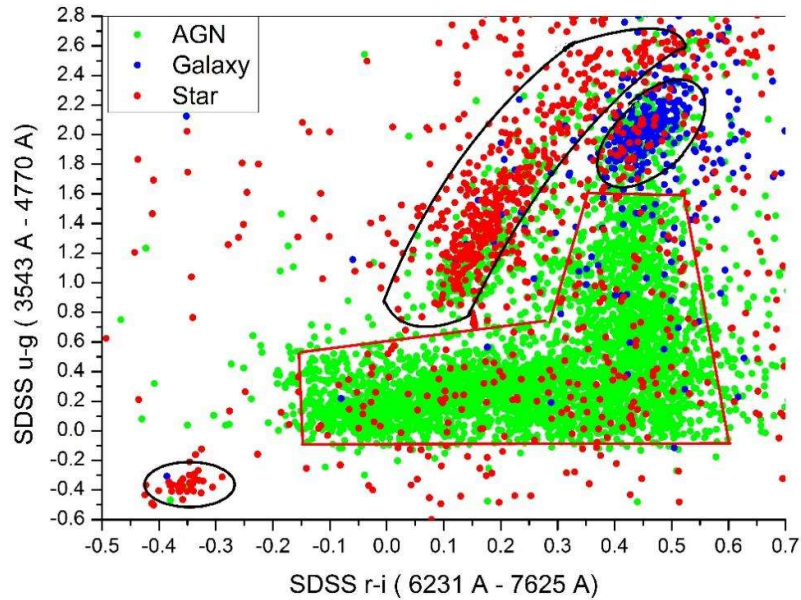
## 2.5. ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ ՆՈՒՅՆԱՑՎԱԾ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ և ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Կատալոգը պարունակում է 4253 ռենտգենյան ԱԳՄ-ներ, այդ թվում՝ 3369 հաստատված և 884 որպես դրանց թեկնածու: Այս օբյեկտները որպես ԱԳՄ-ներ հաստատելու և նորերը գտնելու համար կառուցվել են կախվածություններ այս օբյեկտների տարբեր տվյալների միջև, ինչպես նաև համեմատության համար օգտագործվել են գալակտիկաները և աստղերը:

Ինչպես արդեն նշվել է վերևում, օպտիկական տիրույթում գտնվող ռենտգենյան աղբյուրները կարելի է պայմանականորեն բաժանել երկու տարբեր տեսակի՝ կախված դրանց ձևաբանությունից, կետային և տարածված: Իր հերթին, այս խմբերից յուրաքանչյուրը կրկին կարելի է բաժանել երկու մասի՝ համապատասխանաբար QSO կամ աստղեր և ԱԳՄ-ներ կամ գալակտիկաներ: Նախ կառուցվել են բոլոր գրաֆիկները և հիստոգրամները կառուցվեցին աղբյուրները բաժանելով երեք խմբի՝ 1) աստղեր, 2) (նորմալ) գալակտիկաներ և 3) քվազարներ + տարածված ԱԳՄ-ներ: Այս տարանջատումը կատարվում է քվազարները և ԱԳՄ-ներ այլ դասերի օբյեկտներից տարբերելու համար: Նպատակն է հասկանալու, թե արդյոք որպես ԱԳՄ-ների թեկնածուներ ընտրված օբյեկտները իրական ԱԳՄ-ներ են թե ոչ:

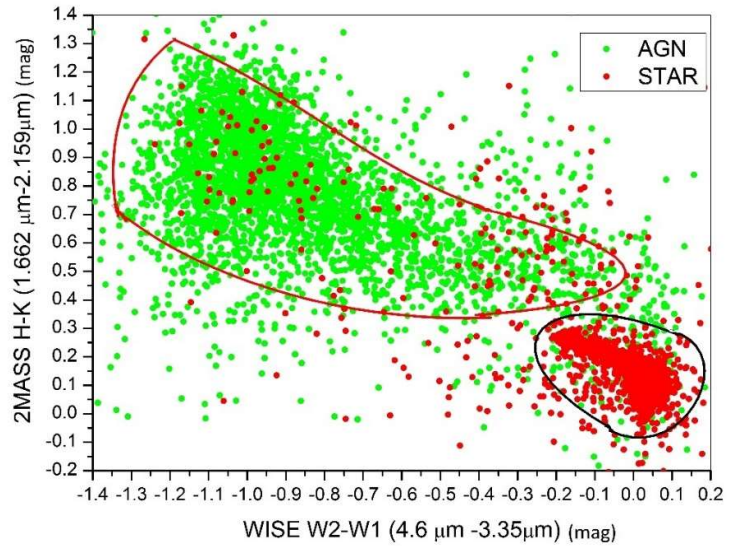
SDSS-ի հետ խաչաձև նույնացումը թույլ տվեց ստանալ ռենտգենյան աղբյուրների միատարր տվյալները՝ մեծություններ, գույներ և այլն: Նկար 2.2-ում պատկերված է SDSS-ի գույն-գույն (u-g և r-l) դիագրամը: Այս դիագրամը թույլ է տալիս տարբերել ԱԳՄ-ները գալակտիկաներից և աստղերից՝ աստղերը հատկապես լավ են առանձնացված: Բացի այդ, ԱԳՄ-ները կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ առաջինն ունի ավելի կապույտ գույն և կետային պատկերներ (1-ին տիպի ԱԳՄ-ներ, մասնավորապես՝ բլազարներ և քվազարներ), իսկ երկրորդը՝ ավելի կարմիր գույներ և տարածված պատկերներ (2-րդ տիպի ԱԳՄ-ներ): Վերջինս պայմանավորված է գալակտիկաների SDSS չափումներով՝ գրանցվում է ոչ միայն կենտրոնական մասը, այլև ավելի կարմիր աստղային բնակչությունը: Գալակտիկաները ընկած են դեպի

ավելի բարձր  $u-g$  արժեքներ, և ըստ երևույթին պատճառը նույնն է: Ամենայն հավանականությամբ, դրանք կարող են լինել նաև թաքնված ԱԳՄ-ներ, քանի որ դրանք գտնվում են նույն տիրույթում, ինչ տարածված ԱԳՄ-ները:



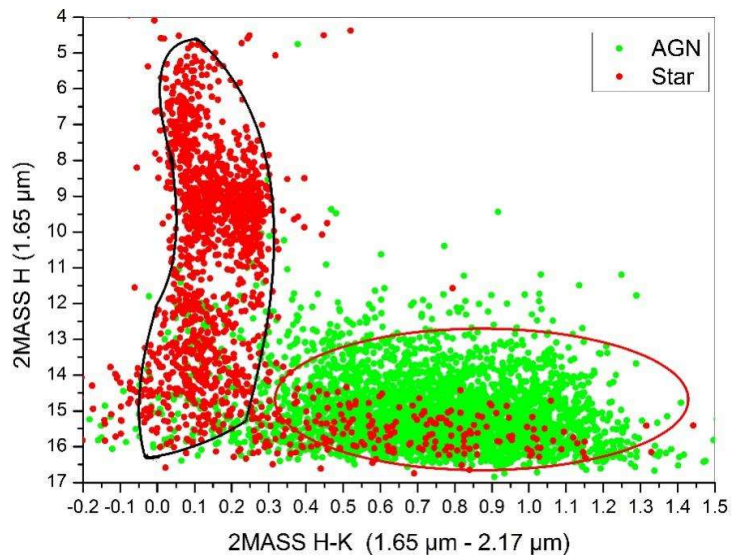
**Նկար 2.2.** HRC/BHRC ընտրանքի օբյեկտների գույն-գույն դիագրամը:

Նկար 2.3-ը ցույց է տալիս օբյեկտների բաշխումն ըստ 2MASS H-K և WISE W2-W1 գույների: Թեև ԱԳՄ-ներն ընդգրկում են շատ մեծ միջակայք՝ 2MASS H-K-ի  $-0.2$ -ից մինչև  $1.4$ , և WISE-ի W2-W1-ը  $-1.4$ -ից մինչև  $0.2$ , աստղերը հիմնականում ընկած են՝ 2MASS-ի H-K  $-0.2$ -ից մինչև  $0.4$ , և WISE W2-W1-ի  $-0.2$ -ից մինչև  $0.2$  միջակայքում և լավ առանձնանում են: Բայց կա աստղերի մի մաս, որն ընկած է նույն տիրույթում ինչ ԱԳՄ-ները: Սրանք մեծ հավանականությամբ կարող են լինել պայթյունային և կատակլիզմիկ փոփոխականներ, սպիտակ թզուկներ, ինչպես նաև սխալ դասակարգված ԱԳՄ-ների թեկնածուներ:



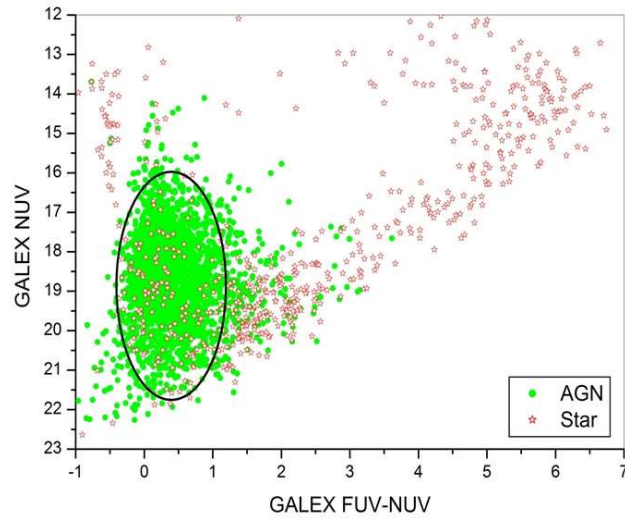
**Նկար 2.3.** 2MASS - WISE գույն-գույն դիագրամը ԱԳՄ-ների և աստղերի համար

2MASS-ի H-K - H գույն - մեծություն բաշխումը ներկայացված է նկար 2.4-ում: ԱԳՄ-ների դասի պայծառության բաշխումը, ներառյալ Sy գալակտիկաները, քվազարները և BL Lac-ը, ընդգրկում է  $H \sim 13.5^m$ – $16.5^m$  միջակայքը: Աստղերն ավելի լայն բաշխվածություն ունեն  $H \sim 4.5^m$ -ից մինչև  $H \sim 16.5^m$ :



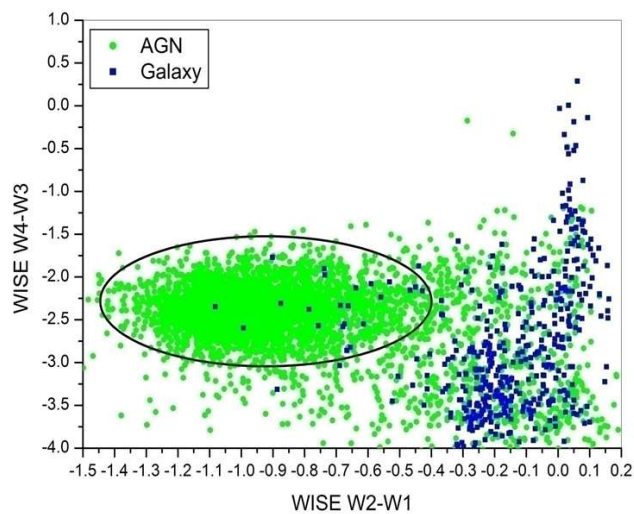
**Նկար 2.4.** 2MASS-ի գույն-մեծություն դիագրամը ԱԳՄ-ների և աստղերի համար

Նկար 2.5-ում պատկերված է GALEX FUV-NUV գույնի կախվածությունը NUV մեծությունից, ինչը թույլ է տալիս տարբերակել ԱԳՄ-ները և աստղերը: ԱԳՄ-ները հիմնականում ընկած են FUV-NUV գունային  $-0.5$ -ից մինչև  $1.3$  միջակայքում, և NUV մեծության  $22^m$ -ից մինչև  $16^m$ :



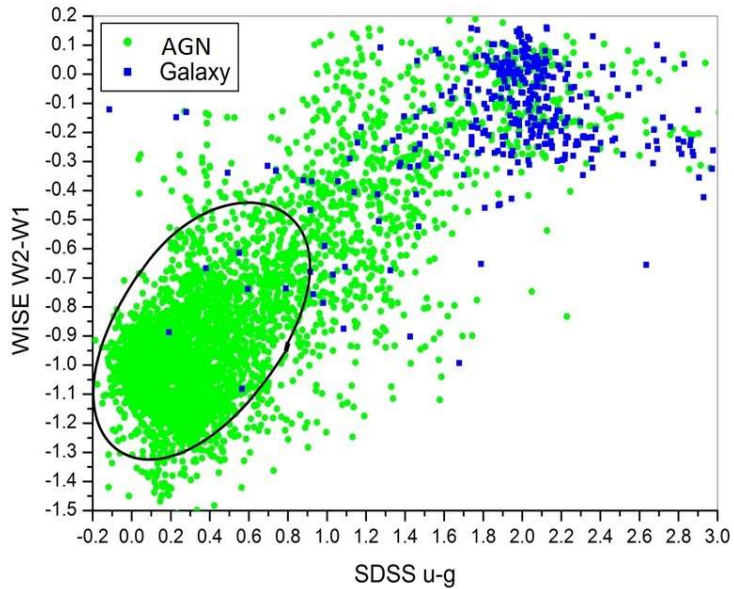
**Նկար 2.5.** GALEX-ի գույն-մեծություն դիագրամը ԱԳՄ-ների և աստղերի համար

Նկար 2.6-ում բերված է WISE-ի գույն-գույն դիագրամը (W2-W1 և W4-W3): Այս դիագրամը թույլ է տալիս տարբերակել ԱԳՄ-ները գալակտիկաներից:



**Նկար 2.6.** WISE-ի գույն-գույն դիագրամը ԱԳՄ-ների և գալակտիկաների համար

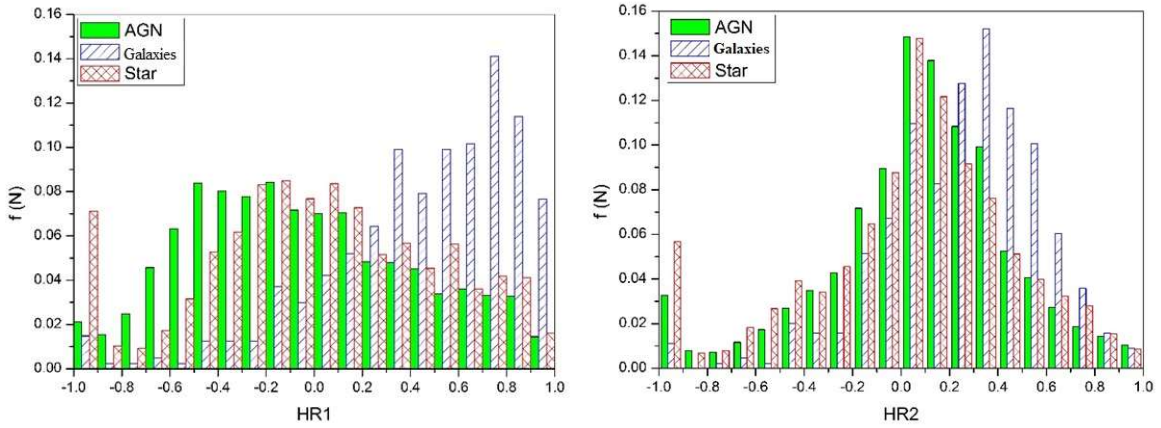
Նկար 2.7-ում պատկերված է WISE-ի W2-W1 գույնն ընդդեմ SDSS-ի u-g գույնի: Այն թույլ է տալիս տարբերակել ԱԳՄ-ների և գալակտիկաներից: Գալակտիկաները շարունակում են ԱԳՄ-ների բաշխումը W2-W1 և u-g մեծ արժեքները և, ըստ երևույթին, ունեն նույն բնույթը, ինչ իրական ԱԳՄ-ները (հավանական է, որ դրանք կարող են լինել թաքնված ԱԳՄ-ներ):



**Նկար 2.7.** WISE-ի գույն և SDSS-ի գույն դիագրամը ԱԳՄ-ների և գալակտիկաների համար:

Այս դիագրամների հիման վրա ռենտգենյան ԱԳՄ-ները կարող ենք տարանջատել մյուս տիպի օբյեկտներից:

Նկար 2.8-ը ցույց է տալիս HR1 և HR2 կոշտության գործակիցների բաշխումը տարբեր դասերի օբյեկտների համար: HR1-ի բաշխման մեջ կա մի փոքր տարբերություն, որը ցույց է տալիս ԱԳՄ-ների, գալակտիկաների և աստղերի միջև տարանջատումը: Այնուամենայնիվ, HR2-ի բաշխումը ցույց չի տալիս որևէ առանձնահատկություն, որը թույլ կտա առանձնացնել տարբեր տեսակի օբյեկտներ: Հիշեցնենք, որ կոշտության գործակիցները սահմանվում են (2.5.1) առնչությամբ:



**Նկար 2.8.** HR1 և HR2 կոշտության գործակցի բաշխումը տարբեր դասերի օբյեկտների համար:

ԱԳՄ-ների համար HR1 բաշխումը ավելի փոքր է՝ առավելագույնը մոտ  $HR1 = -0.16$ , մինչդեռ HR2 բաշխումը ավելի կոմպակտ է և առավելագույնը հասնում է  $HR2 = +0.13$ -ում: Գալակտիկաները զգալիորեն ավելի կոշտ սպեկտրներ են ցուցադրում, որտեղ HR1-ը հասնում է գագաթնակետին  $HR1 = +0.71$ : HR2-ն նույնպես ավելի շեղված է դեպի կոշտ տիրույթ քան ԱԳՄ -ներինը՝  $HR2 = +0.31$  գագաթնակետով: Պայծառ աստղերն ունեն կոշտության հետևյալ գործակիցները՝  $HR1 = +0.02$  և  $HR2 = +0.12$  (աղյուսակ 2.4):

Տեսակ	HR1	HR2
ԱԳՄ	-0.16	+0.13
Գալ.	+0.71	+0.31
Աստղ	+0.02	+0.12

**Աղյուսակ 2.4.** Ռենտգենյան կոշտության գործակիցների բաշխումը տարբեր տիպի օբյեկտների համար:

X/opt հոսքերի հարաբերությունների հետագա ուսումնասիրությունների և այդ չափանիշով ԱԳՄ-ները սովորական գալակտիկաներից և աստղերից տարբերակելու նպատակով՝ աղյուսակ 2.5-ում ներկայացված են  $\log(F_X/F_{opt})$ ,  $\log(F_X/F_{rad})$  և  $\log(F_X/F_{IR})$  հոսքերի հարաբերության միջակայքերը և միջին արժեքները:

Տիպը	$\log(F_X/F_{opt})$			$\log(F_X/F_{rad})$			$\log(F_X/F_{IR})$		
	Նվազ.	Միջին	Առավել.	Նվազ.	Միջին	Առավել.	Նվազ.	Միջին	Առավել.
ԱԳՄ	-3.69	-0.42	1.63	2.11	5.45	7.40	-4.23	-0.42	1.45
Գալ.	-3.97	-0.72	1.93	3.21	5.35	6.89	-3.36	-0.57	1.14
Աստղ	-6.70	-1.76	1.39	3.27	5.28	6.90	-6.44	-2.93	1.02

**Աղյուսակ 2.5.** Ռենտգենյան հոսքերի հարաբերությունները օպտիկական, ռադիո և ենթակարմիր հոսքերին:

ԱԳՄ-ների հիմնական հատկություններից է նրանց ռադիոճառագայթումը, որն ինչպես ենթադրվում է, կապված է կենտրոնական միջուկից բխող քիչ թե շատ նկատելի ռադիոշիթերի առկայության հետ: Ռադիոյի և օպտիկական հոսքի հարաբերության հիման վրա դրանք բաժանվում են երկու խմբի՝ ռադիո-աղմկոտ (բլազարներ, ռադիոգալակտիկաներ, քվազարների մի մասը) և ռադիո-հանգիստ (քվազարներ, Սեյֆերտի գալակտիկաների մեծ մասը և այլն): Ռադիո-աղմկոտ ռենտգենյան ԱԳՄ-ների ուսումնասիրություններ են իրականացվել բազմաթիվ աշխատանքներում, օրինակ [68, 70, 101] և այլն:

Իրենց աշխատանքում [119] հեղինակները պարզել են, որ ռադիոաղմկոտ ԱԳՄ-ները կազմում են բոլոր ԱԳՄ-ների 15-20%-ը: Այս մասնաբաժինը մեծանում է օպտիկական և ռենտգենյան ճառագայթման գրանցման հետ զուգահեռ մինչև 50% [39, 67, 93]: Այս ընտրանքի ԱԳՄ-ների մեծ մասի համար կարմիր շեղումների բացակայության պատճառով հնարավոր չէ ուսումնասիրել պայծառության



կախվածությունը ռադիոաղմկոտ և ռադիոհանգիստ ԱԳՄ-ների ընտրանքներից: Այնուամենայնիվ, կարելի է ընդհանուր պատկերացում կազմել, թե ինչպես են դրանք ներկայացված HRC/BHRC կատալոգում: Մեր ընտրանքի ԱԳՄ-ների համար ռադիոհոսքը գնահատելու նպատակով դրանք նույնացվել են NRAO-VLA 1.4 GHz (NVSS) և FIRST Survey 1.4 GHz կատալոգների հետ՝ հայտնաբերելու ռադիոաղբյուրները, որոնք համապատասխանում են ԱԳՄ-ի օպտիկական օբյեկտներին: Ինչպես ցույց է տրված աղյուսակում 2.2-ում՝ հայտնաբերվել են համապատասխանաբար 930 և 1021 ռադիոաղբյուր, ինչը թույլ է տալիս հուսալի վիճակագրություն անել: Աղյուսակ 2.5-ում ներկայացված է օբյեկտների համար  $\log (F_x/F_{rad})$  հոսքի հարաբերության նվազագույն, առավելագույն և միջին արժեքները:

Գրաֆիկներից երևում է, որ աստղերը հստակորեն տարբերվում են ենթակարմիր միջակայքում գտնվող ԱԳՄ-ներից, դա երևում է 2MASS-ի գույն-մեծություն (H-K և H) բաշխման գրաֆիկից (Նկար 2.4): Այս բաշխման միջոցով հնարավոր է տարբերել աստղերը ԱԳՄ-ներից: Աղյուսակ 2.5-ում բերված է  $\log (F_x/F_{IR})$  հարաբերությունը տարբեր դասերի օբյեկտների համար:

Վերջին ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ գալակտիկաները տարբերվում են ԱԳՄ-ներից ռենտգենյան ճառագայթների, ենթակարմիր և օպտիկական հոսքերի հարաբերությամբ: Այսպիսով, եթե նույնացվել ռենտգենյան բոլոր աղբյուրները օպտիկական և ենթակարմիր տիրույթներում, և այնուհետև կառուցվեն այդ հարաբերությունները, ապա պետք է հնարավոր լինի հստակ բացահայտել այն աղբյուրները, որոնք ռենտգենյան տիրույթում ճառագայթող ԱԳՄ-ներ են:

## 2.6. ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ստեղծվել է ռենտգենյան ԱԳՄ-ների միատարր և ամբողջական ընտրանք (ROSAT HRC/BHRC AGN կատալոգ)՝ հիմնված ROSAT աղբյուրների օպտիկական նույնացումների վրա (HRC և BHRC կատալոգներից): Ստացվել են հետևյալ արդյունքները՝

1. Պարզվել է, որ 1024 սխալ դասակարգված աղբյուր կա HRC-ում, իսկ 59-ը՝ BHRC-ում: Համապատասխան ուղղումներից հետո, այդ օբյեկտները վերադասակարգվել են որպես ԱԳՄ-ներ՝ ավելացնելով ընտրված ռենտգենյան ԱԳՄ-ների ընդհանուր թիվը:
2. Ստեղծվել է 4253 ակտիվ միջուկով գալակտիկաների (ԱԳՄ) համընդհանուր կատալոգ՝ ընտրված ռենտգենյան տվյալների հիման վրա ( $CR \geq 0.04$  մաս/վրկ): Կատալոգը պարունակում է 3369 հաստատված ԱԳՄ-ներ և 884 ԱԳՄ-ի թեկնածու:  
Կատալոգն ընդգրկում է ողջ հյուսիսային երկինքը բարձր գալակտիկական լայնություններում  $\delta \geq 0^\circ$ ,  $|b| \geq 20^\circ$ : Աղյուսակ 2.1-ում ցույց է տրված ԱԳՄ-ներ բաշխվածությունն ըստ տեսակների (HRC/BHRC AGN կատալոգում, համեմատած HRC-ի և BHRC-ի կատալոգների հետ):
3. Բոլոր ակտիվ գալակտիկական HRC/BHRC միջուկների, ինչպես նաև ROSAT-ի ընտրված գալակտիկաների և աստղերի համար խաչաձև նույնացումներ են իրականացվել ԲԱ կատալոգների հետ՝ գամմա, ռենտգենյան, գերմանուշակագույն, օպտիկական, ենթակարմիր, ռադիո տիրոյթներում, ինչպես նաև տվյալներ են հավաքագրվել ԱԳՄ-ների կատալոգներից :
4. Հաշվվել են ուսումնասիրվող օբյեկտների բոլոր հնարավոր դիտողական պարամետրերը՝ տեսագծային արագություններ, հեռավորություններ, բացարձակ աստղային մեծություններ, լուսատվություններ և այլն:
5. Օպտիկական սպեկտրոսկոպիայի տվյալների հիման վրա (հիմնականում VCV-13 և BZCAT) կատալոգում ներառված 3369

աղբյուրները հաստատված են որպես ակտիվ գալակտիկական միջուկներ, իսկ մնացած 884-ը ԱԳՄ-ների թեկնածուներ են, որոնք ցածր դիսպերսիոն HQS սպեկտրներներում երևում են որպես ԱԳՄ-ներ: Օգտագործելով տարբեր դիագրամներ՝ ցույց է տրվել, որ դրանց մեծ մասը նույնպես հանդիսանում են ԱԳՄ-ներ:

6. Գտնվել են դիագրամներ, որոնց միջոցով կարելի է առանձնացնել ԱԳՄ-ները գալակտիկաներից և աստղերից:

Առաջիկայում պատրաստվում է մանրամասն ուսումնասիրություններ կատարել (ներառյալ սպեկտրային ուսումնասիրություններ) 884 ԱԳՄ-ների թեկնածուների համար, որպեսզի հաստատվեն դրանց բնույթը: Սա նաև կօգնի՝ օգտագործելով ստացված դիագրամները, բացահայտելու նոր ԱԳՄ-ների թեկնածուներ:

Ակտիվ գալակտիկական միջուկների HRC/BHRC կատալոգը կարող է օգտակար լինել ռենտգենյան տիրույթում ընտրված ԱԳՄ-ների տարբեր ուսումնասիրությունների, ինչպես նաև գալակտիկաների ռենտգենյան հատկությունների ուսումնասիրության և վիճակագրության համար:

### **3. ԱԳՄ-ՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐՈՍԿՈՊԻԿ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԴԱՍԵՐ**

#### **3.1. HRC/BHRC ԿԱՏԱԼՈԳԻ ԱԳՄ-ՆԵՐԻ ԹԵԿՆԱԾՈՒՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐՈՍԿՈՊԻԿ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ և ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԴԱՍԵՐԸ**

##### **3.1.1 ՀԻՄՔԵՐԸ**

Նախորդ գլխում քննարկված ընտրանքում ընդգրկվում էր 4253 օբյեկտ [97], որոնցից 3369 հաստատված են որպես ԱԳՄ-ներ՝ օգտագործելով օպտիկական սպեկտրային դասակարգումները (հիմք ընդունելով VCV-13-ը և BZCAT-ը), իսկ մնացած 884-ը դասակարգվել են որպես ԱԳՄ-ների թեկնածուներ:

Այդ 884 ԱԳՄ-ների թեկնածուներից 371-ի մոտ առկա են սպեկտրներ SDSS կատալոգում: Այս գլխում՝ այդ օբյեկտների համար, կատարվել են մանրակրկիտ սպեկտրային դասակարգումներ, դրա համար օգտագործելով ինչպես դիագնոստիկ դիագրամներ, այնպես էլ կատարելով այդ սպեկտրների մանրակրկիտ հետազոտություններ, փորձելով բացահայտել այդ օբյեկտների տիպերը և ակտիվության դասերը, ինչը թույլ կտա դասակարգել նոր ԱԳՄ-ներ, ինչպես նաև հետազայում վստահորեն օգտագործել նախորդ գլխում ստացված արդյունքները նոր ԱԳՄ-ների թեկնածուներ առաջադրելու համար:

Այս օբյեկտների համար կատարվել են նաև խաչաձև նույնացումներ, և հավաքվել են ԲԱ տվյալներ:

### 3.1.2. ԴԻՏՈՂԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԻ ՀԱՎԱՔԱԳՐՈՒՄ

Որպես դիտողական նյութ վերցվել են SDSS DR7- DR18 [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14] դիտողական արխիվներում առկա 371 օբյեկտների սպեկտրները: Սպեկտրոսկոպիկ կարմիր շեղումները, սպեկտրալ գծերի ինտենսիվությունները (կոչվում են «բարձրություններ») և էկվիվալենտ լայնությունները հասանելի են դրանց բոլորի համար: Բոլոր սպեկտրների համար ալիքային երկարության միջակայքը 3800-9200Å է, լուծունակությունը՝  $R=1800-2200$ , ազդանշան-աղմուկ հարաբերությունը (S/N) մեծ է 4-ից մեկ պիքսելում: Կարմիր շեղման ճշտությունը՝ 30 կմ/վ rms (residual mean square), շառավղային արագության ճշտությունը միջինում 5.5 կմ/վ rms է: Որպես կանոն այս սպեկտրներից շատերը լավ որակ ունեն, ազդանշան-աղմուկ հարաբերակցությամբ ավելի մեծ քան 5, և միայն մի քանի սպեկտրների մոտ ավելի ցածր է:

Քանի որ SDSS-ի դիտումներում օգտագործում են օպտիկական մանրաթելերի նույն չափը, տարածված գալակտիկաների մեծ մասի մոտ նկատվում են կլանման բաղադրիչներ, և միայն շատ փոքր տոկոսի մոտ է, որ ստացվում է մաքուր միջուկի սպեկտր: Ամենատիպիկ կլանման գծերն են Mg II 5175Å, Na I 5890Å և Բալմերյան գծերը, որոնց մեջ ամենակարևորը H $\beta$ -ի կլանման բաղադրիչն է, որը վերադրվում է միջուկից եկող առաքման բաղադրիչի վրա: Հիմնականում հետևյալ առաքման գծերն են հայտնվում SDSS սպեկտրային տիրույթում՝ [OII] 3727Å, H $\zeta$ /HeI 3889Å, [NeIII] 3968Å, H $\epsilon$  [SII] 4069/76Å, H $\delta$ , H $\gamma$ , [OIII] 4363Å, H $\beta$ , [OIII] 4959Å, [OIII] 5007Å, NI 5198/5200Å, HeI 5876Å, [OI] 6300Å, [OI] 6364Å, [NII] 6548Å, H $\alpha$ , [NII] 6583Å, [SII] 6716Å, [SII] 6731Å.

Շատ հաճախ SDSS-ի սպեկտրների մեքենայական չափումները հիմնված են աղմուկի մակարդակի գծերի վրա, և ունեն վատ որակ: Որոշ դեպքերում այդ մեքենայական չափումները տալիս են արհեստական թվեր, որոնք պատկանում են անիրական տվյալներին: Ուստի անհրաժեշտ է մանրակրկիտ ստուգել սպեկտրները բոլոր ալիքների երկարություններում և հասկանալ, թե որ չափումները կարելի է

օգտագործել հետագա ուսումնասիրությունների համար: Հատկապես կարևոր են դիագնոստիկ դիագրամներում օգտագործվողները ( $H\beta$ , [OIII] 5007Å, [OI] 6300Å,  $H\alpha$ , [NII] 6583Å և [SII] 6716+6731Å) [92]:

### 3.1.3 ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ

Սպեկտրները դասակարգելու համար օգտագործվել են մի քանի մեթոդներ.

- Սպեկտրների ակնադիտողական մշակում (հաշվի առնելով բոլոր նրբությունները և էֆեկտները)
- Դիագնոստիկ դիագրամներով՝ օգտագործելով [OIII]/ $H\beta$  և [OI]/ $H\alpha$ , [OIII]/ $H\beta$  և [NII]/ $H\alpha$ , [OIII]/ $H\beta$  և [SII]/ $H\alpha$  հարաբերությունները:

Ակնադիտողական դասակարգումն իրականացվել է դիագնոստիկ դիագրամների միջոցով դասակարգման հետ համեմատելու համար, ինչպես նաև այն պատճառով, որ վերջիններիս վրա ոչ բոլոր տիպերն են տեղադրվում: Բացի այդ, դիագնոստիկ դիագրամներում հաշվի չեն առնվում առաքման լայն գծերը, որոնք կարող է վճռորոշ լինել Seyfert 1.2-1.9 ենթադասերի դասակարգման համար: Կոպիտ ասած, դրանք տարբերակում են Seyfert-ն LINER-ից՝ [OIII]/ $H\beta > 4$ , իսկ AGN-ն HII-ից՝ [NII]/ $H\alpha > 2/3$ , [OI]/ $H\alpha > 0.1$  չափանիշներով: Տեսողականը թույլ է տալիս նաև նկատել սպեկտրային գծերի նուրբ կառուցվածքը և ավելի մանրակրկիտ դասակարգում իրականացնել:

Դիտարկված օբյեկտների թվում կան ակտիվության հետևյալ դասերը՝

**S1.0.** Լայն գծերով Սեյֆերտ 1. Նրանք ունեն թույլատրված լայն Բալմերյան գծեր HI և նեղ արգելված գծեր: Ֆիզիկապես դրանք նույն օբյեկտներն են, ինչ QSO-ները, բայց ունեն ավելի ցածր լուսատվություն ( $M_{\text{abs}} > -23$ ) [120] և  $H\beta/[OIII]5007 > 5.0$  [129]:

**NLS1.0.** Նեղ գծերով Սեյֆերտ 1. Սահմանված է որպես փափուկ ռենտգենյան ճառագայթման աղբյուրներ, որոնք ունեն թույլատրված նեղ գծեր՝ արգելվածներից մի փոքր ավելի լայն, առկա են FeI, FeII, FeIII և հաճախ ուժեղ [FeVII] և [FeX] առաքման բազմաթիվ գծեր: Ներմուծվել է Օստերբրոկի և Պոգեի կողմից 1985 թվականին [92]:

**S1.2.** Ունեն ԱԳՄ-ների սպեկտրներ, որոնց պարամետրերը միջանկյալ են դասական  $Sy1$  և  $Sy2$  գալակտիկաների պարամետրերի միջև, այսինքն՝ թույլատրված գծերի համար կան և՛ լայն, և՛ նեղ բաղադրիչներ (մեր դեպքում,  $H\alpha$  և  $H\beta$  գծերը ցույց են տալիս այդպիսի պրոֆիլներ) [120], բայց լայն գծերն ավելի ուժեղ են, և  $2.0 < H\beta / [OIII] 5007 < 5.0$  [129]:

**NLS1.2.** Նեղ գծերով Սեյֆերտ 1.2. Սրանք փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, և նեղ թույլատրված գծեր՝ միայն մի փոքր ավելի լայն, քան արգելվածները: Առկա են բազմաթիվ  $Fel$ ,  $FelI$ ,  $FelII$  և հաճախ ուժեղ  $[FeVII]$  և  $[FeX]$  առաքման գծեր:

**S1.5.** ԱԳՄ-ների սպեկտրներն ունեն հեշտությամբ տարբերվող նեղ  $H\alpha$  պրոֆիլ, որը դրված է լայն թևերի վրա [120], բայց  $0.333 < H\beta / [OIII] 5007 < 2.0$  [129]: Լայն և նեղ բաղադրիչները ինտենսիվությամբ մոտավորապես հավասար են:

**NLS1.5.** Նեղ գծերով Սեյֆերտ 1.5. Սրանք փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, որոնք ունեն նեղ թույլատրված գծեր, միայն մի փոքր ավելի լայն, քան արգելվածները: Կան բազմաթիվ առաքման գծեր՝  $Fel$ ,  $FelI$ ,  $FelII$  և հաճախ ուժեղ  $[FeVII]$  և  $[FeX]$ :

**S1.8.** ԱԳՄ-ներ որոնք ունեն միջանկյալ պարամետրեր դասական  $Sy1$  և  $Sy2$  գալակտիկաների միջև: Առկա են համեմատաբար թույլ լայն  $H\alpha$  և  $H\beta$  բաղադրիչներ՝ վերադրված ուժեղ նեղ գծերի վրա, և  $H\beta / [OIII] 5007 < 0.333$  [129]:

**NLS1.8.** Նեղ գծերով Սեյֆերտ 1.8. Սրանք փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, որոնք ունեն նեղ թույլատրված գծեր՝ միայն մի փոքր ավելի լայն, քան արգելվածները: Կան բազմաթիվ առաքման գծեր՝  $Fel$ ,  $FelI$ ,  $FelII$  և հաճախ ուժեղ  $[FeVII]$  և  $[FeX]$ :

**S1.9.** ԱԳՄ-ներ որոնց սպեկտրներում առկա են համեմատաբար թույլ լայն  $H\beta$  բաղադրիչ, որը դրված է հզոր նեղ գծի վրա: Լայն  $H\beta$  բաղադրիչը տեսանելի չէ [120], իսկ  $H\beta / [OIII] 5007 < 0.333$  [129]:

**NLS1.9.** Նեղ գծերով Սեյֆերտ 1.9. Սրանք փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, որոնք ունեն նեղ թույլատրված գծեր՝ միայն մի փոքր ավելի լայն քան արգելվածները: Կան բազմաթիվ առաքման գծեր՝  $Fel$ ,  $FelI$ ,  $FelII$  և հաճախ ուժեղ  $[FeVII]$  և  $[FeX]$ :

**S2.0.** ԱԳՄ-ներ որոնք ցույց են տալիս համեմատաբար նեղ (համեմատած Sy1) առաքման գծեր ինչպես Բալմերի, այնպես էլ արգելված գծերում, գրեթե նույն FWHM-ով՝ սովորաբար 300-1000 կմ/վ տիրույթում: Լայն բաղադրիչը տեսանելի չէ: Երկրորդական դասակարգման չափանիշն է  $[OIII]5007/H\beta \geq 3$ ՝ այն Sy1-ից [120] տարբերակելու համար:

**LINER.** Սրանք ունեն Sy2-ին նման սպեկտրներ՝ համեմատաբար ուժեղ ցածր իոնացման գծերով ([OI], [OII]) [52] : Ըստ [56]-ի, գոյություն ունի LINER-ների 2 դաս՝ 1-ին տիպ, որը ցույց է տալիս լայն Բալմերյան առաքման գծեր, որը նման է Sy1-ին, և 2-րդ տիպը՝ առանց լայն Ha-ի, որը նման է Sy2-ին:

**HII.** Արտագալակտիկական HII տիրույթներ. Ունեն SB-ին նման սպեկտրներ, որոնք ուժեղ նեղ ( $FWHM \leq 300$  կմ/վ) առաքման գծերով սպեկտր են, բայց  $[OIII]/H\beta \geq 3$  և  $[NII] 6584/H\alpha < 0.5$ , զուգորդված կապույտ կոնտինիումով [120, 126]:

**Composite. (HII/LINER դասերի խառնուրդ):** Բաղադրյալ սպեկտրներով օբյեկտներ, որոնց մոտ առկա են HII-ի և LINER-ի բնութագրերի խառնուրդ: Շատ հաճախ առաքման գծերի հարաբերություններից մեկը կարող է բնութագրվել որպես HII, իսկ մյուսը որպես LINER [121]:

**Composite. (HII/ Seyfert դասերի խառնուրդ).** Բաղադրյալ սպեկտրներով օբյեկտներ, որոնց մոտ առկա են HII-ի և Seyfert-ի բնութագրերի խառնուրդ: Շատ հաճախ առաքման գծերի հարաբերություններից մեկը կարող է բնութագրվել որպես HII, իսկ մյուսը որպես Seyfert [121]:

**Composite. (LINER/Seyfert դասերի խառնուրդ).** Բաղադրյալ սպեկտրներով օբյեկտներ, որոնց մոտ առկա են LINER -ի և Seyfert -ի բնութագրերի խառնուրդ: Շատ հաճախ առաքման գծերի հարաբերություններից մեկը կարող է բնութագրվել որպես LINER, իսկ մյուսը որպես Seyfert [121]:

**Em.** Համեմատաբար ցածր որակի սպեկտրներ, որտեղ դիտվում են մեկ կամ մի քանի առաքման գծեր՝ առանց ճշգրիտ դասակարգման հնարավորության: Նման սպեկտրները սովորաբար ունեն ուժեղ աստղային բաղադրիչ, իսկ առաքման գծերը հազիվ տեսանելի են սպեկտրի կոնտինիումի և կլանման գծերի վրա:



**QSO.** օբյեկտներ, որոնք ունեն շատ լայն առաքման գծեր (FWHM = 5000–30000 կմ/վ) մեծ կարմիր շեղումներով, առաջին անգամ հայտնաբերվել են Շմիդտի կողմից [113]:

**NQSO.** QSO-ներ են համեմատաբար նեղ լայն գծերով: Նման են NLS-ին, որը սահմանվել է Օստերբրոկի և Պոզեի կողմից 1985 թվականին [92] : Ընդունված են որպես փափուկ ռենտգենյան աղբյուր, որոնք ունեն համեմատաբար նեղ (~2000 կմ/վ) թույլատրված գծեր, միայն մի փոքր ավելի լայն, քան արգելվածները: Առկա են երկաթի տարբեր իոնացման՝ FeI, FeII և FeIII, առաքման գծեր, ինչպես նաև հաճախ հանդիպող ավելի բարձր իոնացումով ուժեղ [FeVII] և [FeX] գծեր [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]: Թույլատրված գծերը կարող են ունենալ կամ չունենալ նեղ բաղադրիչներ՝ կախված ենթատիպերից:

**QSO 1.0.** Օշտված են քվազարների լուսատվությամբ և Sy 1.0 օբյեկտների նման ունեն միայն շատ հզոր և լայն թույլատրված առաքման Բալմերյան գծեր և նեղ արգելված գծերի [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

**NQSO 1.0.** QSO-ներ են համեմատաբար նեղ լայն գծերով: Նման են NLS1-ին, որը սահմանվել է Օստերբրոկի և Պոզեի կողմից 1985 թվականին [92] : Ընդունված են որպես փափուկ ռենտգենյան աղբյուր, որոնք ունեն համեմատաբար նեղ (~2000 կմ/վ) թույլատրված գծեր, միայն մի փոքր ավելի լայն, քան արգելվածները: Առկա են երկաթի տարբեր իոնացման՝ FeI, FeII և FeIII, առաքման գծեր, ինչպես նաև հաճախ հանդիպող ավելի բարձր իոնացումով ուժեղ [FeVII] և [FeX] գծեր [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]: Թույլատրված գծերը չունեն նեղ բաղադրիչներ:

**QSO 1.2.** Sy 1.2-ին նմանվող քվազարային լուսատվություն ունեցող օբյեկտներ են: Ունեն շատ ուժեղ ու լայն թույլատրված HI Բալմերյան առաքման գծեր և նեղ արգելված գծեր, ինչպես նաև թույլ ու նեղ թույլատրված Բալմերյան գծեր [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

**NQSO 1.2.** QSO-ներ են համեմատաբար նեղ լայն գծերով: NLS1-ի նմանությամբ սահմանված [92]-ի կողմից: Փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, ունեն համեմատաբար նեղ (~2000 կմ/վ) թույլատրված գծեր: Առկա են FeI, FeII և FeIII,

առաքման գծեր, և բարձր իոնացումով ուժեղ [FeVII] և [FeX] գծեր: Թույլատրված գծերը ունեն թույլ նեղ բաղադրիչներ [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

**QSO 1.5.** Sy 1.5-ի նմանությամբ, բայց քվազարային լուսատվություն ունեցող օբյեկտներ են: Ունեն հզոր ու լայն թույլատրված Բալմերյան առաքման գծեր և նեղ արգելված գծեր, ինչպես նաև թույլատրված նեղ Բալմերյան գծեր՝ միջին ինտենսիվության: Բալմերի լայն և նեղ թույլատրված գծերի ինտենսիվությունները նույն կարգի են [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

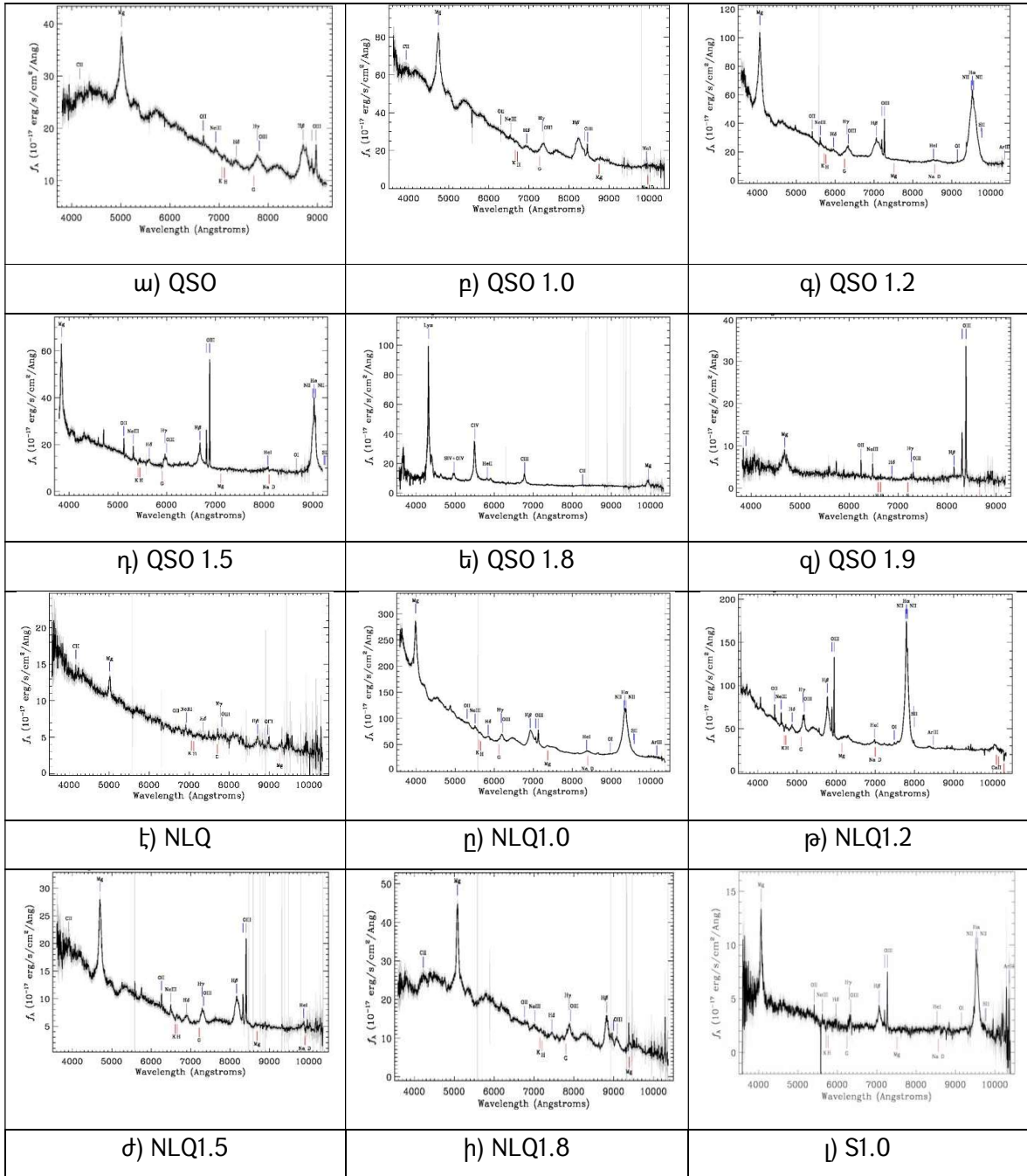
**NQSO 1.5.** QSO-ներ են համեմատաբար նեղ լայն գծերով: NLS1-ի նմանությամբ սահմանված [92] -ի կողմից: Փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, ունեն համեմատաբար նեղ (~2000 կմ/վ) թույլատրված գծեր: Առկա են FeI, FeII և FeIII, առաքման գծեր, և բարձր իոնացումով ուժեղ [FeVII] և [FeX] գծեր: Թույլատրված գծերը ունեն միջին ինտենսիվության նեղ բաղադրիչներ: Լայն և նեղ բաղադրիչների ինտենսիվության հարաբերակցությունը մոտավորապես նույնն է [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

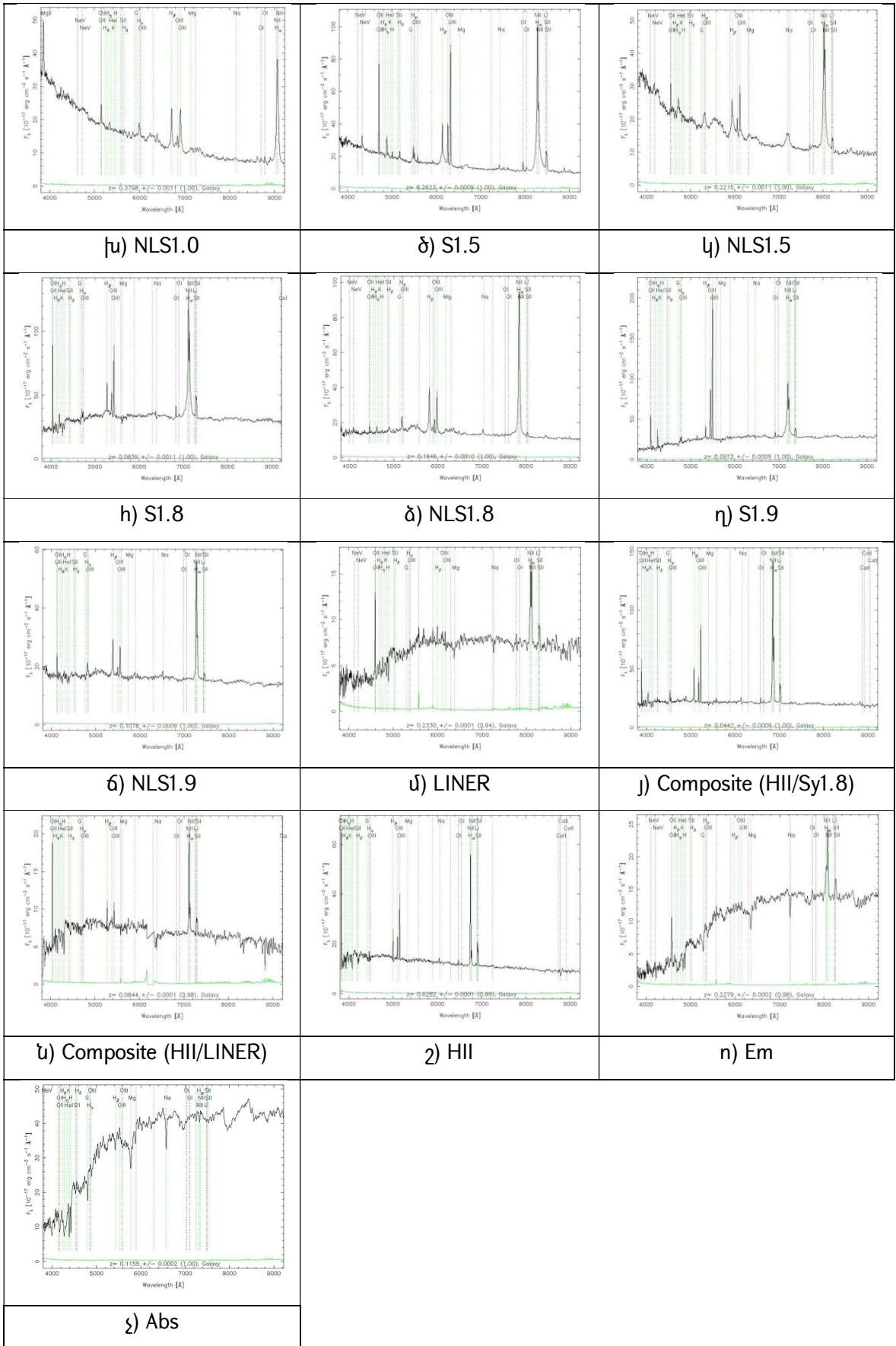
**QSO 1.8.** Sy 1.8-ի նմանությամբ ունեն լայն թույլատրված Բալմերյան առաքման գծեր և նեղ արգելված գծեր, ինչպես նաև ուժեղ նեղ թույլատրված Բալմերյան գծեր: Թույլատրված գծերը ցույց են տալիս ուժեղ նեղ բաղադրիչներ, թույլ լայն բաղադրիչներ նկատվում են միայն H $\alpha$ -ի և H $\beta$ -ի մոտ [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

**NQSO 1.8.** QSO-ներ են համեմատաբար նեղ լայն գծերով: NLS1-ի նմանությամբ սահմանված [92] -ի կողմից: Փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են, ունեն համեմատաբար նեղ (~2000 կմ/վ) թույլատրելի գծեր: Առկա են FeI, FeII և FeIII, առաքման գծեր, և բարձր իոնացումով ուժեղ [FeVII] և [FeX] գծեր: Թույլատրված գծերը ունեն ուժեղ նեղ բաղադրիչներ, իսկ թույլ լայն բաղադրիչներ առկա են միայն H $\alpha$ -ի և H $\beta$ -ի մոտ [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

**QSO 1.9.** Կվազարային լուսատվությամբ և Sy 1.9-ին նմանվող օբյեկտներ են: Ունեն լայն թույլտրված H $\alpha$  Բալմերյան առաքման գիծ և նեղ արգելված գծեր, ինչպես նաև հզոր թույլատրված նեղ գծեր: Թույլատրված գծերի մոտ առկա են ուժեղ նեղ բաղադրիչներ, և միայն H $\alpha$ -ի մոտ է նկատվում թույլ լայն բաղադրիչ [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/nlq.php>]:

Նկար 3.1-ում բերված են այդ սպեկտրների օրինակներ:





**Նկար 3.1.** HRC-BHRC որոշ օբյեկտների համար SDSS DR7-DR16 սպեկտրները բերված են օրինակներ յուրաքանչյուր ակտիվության դասից:

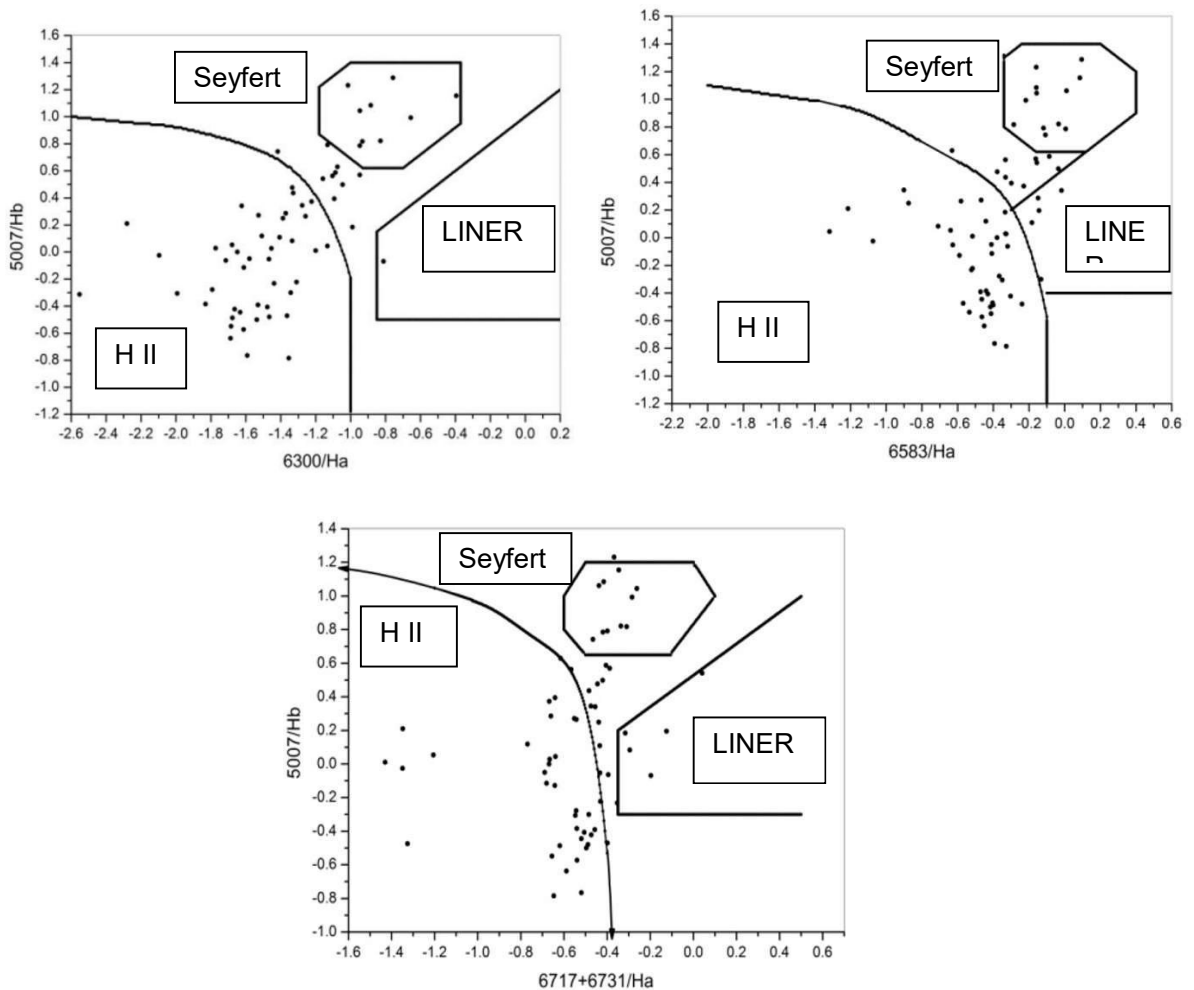
ա) QSO, բ) QSO 1.0, գ) QSO 1.2, դ) QSO 1.5, ե) QSO 1.8, զ) QSO 1.9, է) NLQ, ը) NLQ1.0, թ) NLQ1.2, ժ) NLQ1.5, ի) NLQ1.8, յ) S1.0, խ) NLS1.0, �ծ) S1.5, կ) NLS1.5, հ) S1.8, ձ) NLS1.8, յս) S1.9, ճ) NLS1.9, մ) LINER, յ) HII/S1.8, ն) HII/LINER, շ) HII, ո) Em, չ) Abs

### **3.1.4. ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ և ԴՐԱՆՑ**

#### **ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ**

Սպեկտրների ուսումնասիրման սկզբնական փուլում նույնացվել են սպեկտրային գծերը: Օգտագործվել են միայն այն գծեր, որոնք ունենին աղմուկի ինտենսիվության մակարդակի համեմատ  $3\sigma$  ինտենսիվություն: H $\beta$ -ն այս սպեկտրների մեծ մասում գրանցվում է կլանման մեջ: Ուսումնասիրվել է H $\beta$  կլանող բաղադրիչի ազդեցությունը առաքման բաղադրիչի վրա, ինչը կարևոր է SDSS աղյուսակներում տրված թվային տվյալների օգտագործման համար: Առաքման գծերը նույնացնելուց հետո, ընտրվել են այն գծերը, որոնք կարելի է օգտագործել դիագնոստիկ դիագրամներ կառուցելու համար: Ստացվել է 184 օբյեկտ, որոնց համար հնարավոր է կիրառել դիագնոստիկ դիագրամները (H $\beta$  գծի պարտադիր առկայություն)՝ յուրաքանչյուրի համար 7 առաքման գծեր (ընդհանուր առմամբ 1288 սպեկտրային գծեր), որոնցից օգտագործվել են ընդամենը 1080 գիծ (172 H $\beta$ , 172 [OIII] 5007Å, 146 [OI] 6300Å, 150 H $\alpha$ , 150 [NII] 6583Å, 145 [SII] 6717Å, 145 [SII] 6731Å): Արդյունքում, կառուցվեցին դիագնոստիկ դիագրամներ՝ օգտագործելով [OIII]/H $\beta$  և [NII]/H $\alpha$  հարաբերությունները 103, [OIII]/H $\beta$  և [OI]/H $\alpha$  հարաբերությունները 99, և [OIII]/H $\beta$  և [SII]/H $\alpha$  հարաբերությունները 100 օբյեկտների համար: Բացի այդ, նույնացվել են ԱԳՄ-ների համար կարևոր սպեկտրային գծերը, որոնք նշված չեն SDSS աղյուսակներում՝ [NeIII] 3869Å, [NeIII] 3968Å, [SII] 4069/76Å, HeI 4471Å, HeII 4686Å, NI 5198/5200Å, [NII] 5755Å, HeI 5876Å, [FeVII] 6087Å, HeI 6678Å, HeI 7065Å, [Ar III] 7136Å, [ArIV] 7237Å, [OII] 7319Å, [OII] 7329Å.

Նկար 3.2-ում ցույց են տրված դիագնոստիկ դիագրամները՝ 1-ին դիագնոստիկ դիագրամում օգտագործվում են  $[O I]/H\alpha$  և  $[O III]/H\beta$  գծերի ինտենսիվությունների հարաբերությունները, 2-րդ դիագնոստիկ դիագրամում օգտագործվում են  $[N II]/H\alpha$  և  $[O III]/H\beta$  գծերի ինտենսիվությունների հարաբերությունները, իսկ 3-րդ դիագնոստիկ դիագրամում՝  $[S II]/H\alpha$  և  $[O III]/H\beta$  գծերի ինտենսիվությունների հարաբերությունները [91]:



**Նկար 3.2.** HRS/BHRS օբյեկտների դիագնոստիկ դիագրամները՝ հիմնված առաքման գծերի ինտենսիվությունների հարաբերությունների վրա: Ձախից աջ՝  $[O I]/H\alpha$  -  $[O III]/H\beta$ , բ)  $[N II]/H\alpha$  -  $[O III]/H\beta$ , գ)  $[S II]/H\alpha$  -  $[O III]/H\beta$ :

Դիագնոստիկ դիագրամների վրա նեղ գծերով ԱԳՄ-ները բաժանվում են 3 հիմնական խմբի (HII, Sy, LINER): Բացի այդ, միջանկյալ շրջաններում կան օբյեկտներ, որոնք դասակարգվում են որպես բաղադրյալներ [57], որոնք ունեն և ԱԳՄ-ի, և HII-ի բնութագրեր:

Դասակարգման արդյունքում՝ ըստ դիագնոստիկ դիագրամների, և բոլոր սպեկտրների տեսողական հետազոտության ուսումնասիրության, այս 371 օբյեկտներից 26 (7%) QSO, 88 (23.7%) Սեյֆերտի գալակտիկա, 7 (1.9%) LINER, 9 (2.4%) բաղադրյալ սպեկտրով օբյեկտներ, 36 (9.7%) HII, 35 (9.4%) առաքման գծերով գալակտիկաներ և 109 (29.4%) կլանման գծերով գալակտիկաներ (հնարավոր թաքնված ԱԳՄ-ներ): Օբյեկտներից 31-ը պարզվեց, որ աստղեր են, իսկ 30-ը մնացին առանց դասակարգման՝ սպեկտրների ցածր որակի պատճառով (Աղյուսակ 3.1):

Դասը	Քանակը	Դասը	Քանակը	Դասը	Քանակը
QSO	14	S1.5	11	HII/Sy	3
QSO1.2	5	NLS1.5	8	HII/LINER	4
NLQSO1.2	1	S1.8	14	HII	36
QSO1.5	4	NLS1.8	24	Em	35
NLQSO1.5	2	S1.9	10	Abs	109
S1.0	4	NLS1.9	2	Star	31
NLS1.0	1	S2.0	1	UnCl	30
S1.2	7	LINER	7	--	--
NLS1.2	6	LINER/Sy	2	--	--

**Աղյուսակ 3.1.** Օբյեկտների ակտիվության դասերն ըստ տեսակների:

Հարկ է նշել, որ այս օբյեկտներից միայն 169-ն ունեն NED-ում [144] դասակարգում: Ուսումնասիրության արդյունքում պարզվել է, որ դրանցից միայն 9-ն են այնտեղ դասակարգվել ճիշտ: Հետևաբան այս դասակարգումն ավելի հուսալի է,

քանի որ հաշվի են առնվել սպեկտրի գծերի լայն բաղադրիչները, ինչը հնարավոր չէ դիագնոստիկ դիագրամներով:

Աղյուսակ 3.2-ում բերված են այստեղ ուսումնասիրված HRC/BHRC ԱԳՄ-ների թեկնածուների հիմնական առաքման գծերի պարամետրերը: Բերված են միայն այն գծերը, որոնք գերազանցում են աղմուկի մակարդակը 3σ:

Աղյուսակում յուրաքանչյուր օբյեկտի համար բերված է՝ սպեկտրային գծերի ինտենսիվությունները, FWHM և EW հետևյալ սպեկտրային գծերի համար՝ [OII] 3727 Å, Hβ, [OIII] 4959 Å, [OIII] 5007Å, [OI] 6300Å, [NII] 6548Å, Hα, [NII]6583Å, [SII] 6716Å և [SII] 6731Å: Դիագնոստիկ դիագրամների համար օգտագործվող [OIII]/Hβ, [OI]/Hα, [NII]/Hα, [SII] /Hα հարաբերությունների լոգարիթմները, ակտիվության դասը՝ հիմնված այս աշխատանքի արդյունքների վրա, ինչպես նաև ակտիվության դասը՝ հիմնված NED-ի տվյալների վրա:

Այս բոլոր պարամետրերը տրված են 184 օբյեկտների համար, որոնց մոտ սպեկտրային գծերի պարամետրերը չափվել են SDSS DR7-DR16-ում (Աղյուսակ 3.2-ն ամբողջական էլեկտրոնային տարբերակով ներկայացված է Vizier աստղագիտական կատալոգներիի տվյալների շտեմարանում՝ [J/other/Ap/62.147/table2](#) և [J/other/Ap/63.166/table2](#):

N	--	--	1	2	3	4	5	6
	Իոն	Ալիքի երկարություն (Å)	J013205.2 +024001	J090532.5 +233505	J091707.4 +210058	J093846.3 +202459	J095123.4 +220723	J095329.3 +221020
Height	[OII]	3727	11.040	6.411	24.424	8.014	13.862	13.813
	Hβ	4862	146.100	4.810	28.396	4.774	37.162	12.844
	[OIII]	4959	45.520	1.084	25.668	4.513	11.212	8.331
	[OIII]	5007	137.900	2.885	85.112	11.834	37.171	24.826
	[OI]	6300	4.369	0.904	4.301	2.060	3.488	2.118
	[NII]	6548	2.418	1.838	20.193	11.892	45.894	18.406
	Hα	6563	545.400	18.445	92.859	25.557	155.402	49.820
	[NII]	6583	45.970	5.617	38.929	12.842	64.932	35.352

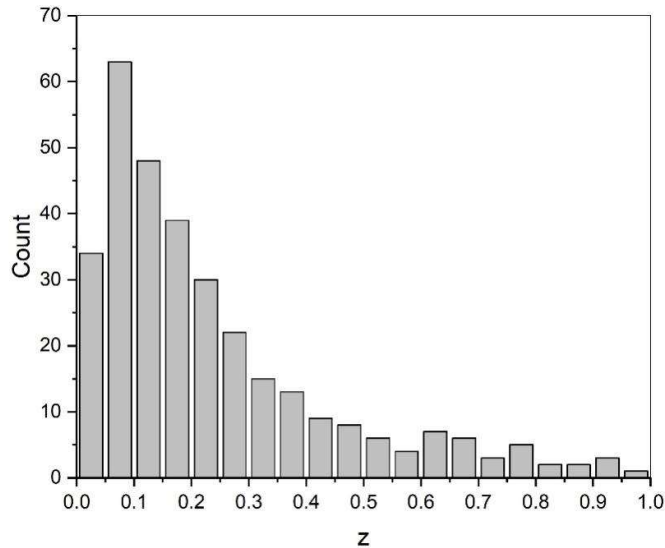


	[SII]	6716	12.490	4.393	18.373	3.579	19.353	5.713
	[SII]	6731	11.900	2.445	14.963	2.254	13.937	5.171
<b>EW</b>	[OII]	3727	2.359	12.241	2.853	0.674	3.190	3.843
	H $\beta$	4862	34.401	6.788	3.124	7.375	13.104	5.927
	[OIII]	4959	11.038	2.701	2.779	1.362	4.713	3.117
	[OIII]	5007	33.932	5.992	9.756	5.063	16.202	11.094
	[OI]	6300	1.241	3.025	0.554	0.311	1.089	1.164
	[NII]	6548	0.706	3.333	10.795	21.098	27.747	28.768
	H $\alpha$	6563	159.567	40.184	17.013	33.782	78.083	48.638
	[NII]	6583	13.481	13.570	17.759	21.416	29.151	54.338
	[SII]	6716	3.717	6.647	5.964	5.964	6.647	5.964
	[SII]	6731	3.548	7.103	2.078	1.368	4.137	4.003
<b>FWHM</b>	[OII]	3727	369.471	311.174	244.190	487.539	379.755	460.809
	H $\beta$	4862	1527.572	227.714	225.359	1332.285	652.889	487.418
	[OIII]	4959	369.471	362.389	202.587	259.442	731.905	337.084
	[OIII]	5007	369.471	303.171	218.012	361.975	744.752	404.832
	[OI]	6300	369.471	247.573	204.809	69.413	417.306	278.500
	[NII]	6548	369.471	190.882	862.637	862.918	801.617	862.703
	H $\alpha$	6563	1527.572	242.159	265.268	642.100	659.089	449.955
	[NII]	6583	369.471	260.473	648.454	789.681	592.522	773.372
	[SII]	6716	369.471	261.856	207.479	243.622	389.354	372.835
	[SII]	6731	369.471	297.245	206.669	280.180	377.579	342.031
<b>Հար.</b>	--	$\log([OIII]/H\beta)$	-0.025	-0.222	0.477	0.394	0.000	0.286
	--	$\log([OI]/H\alpha)$	-2.096	-1.310	-1.334	-1.094	-1.649	-1.371
	--	$\log([NII]/H\alpha)$	-1.074	-0.516	-0.378	-0.299	-0.379	-0.149
	--	$\log([SII]/H\alpha)$	-1.350	-0.431	-0.445	-0.642	-0.669	-0.661
<b>Դաս</b>	--	--	NLS 1.8	HII	Sy 1.8	NLS 1.8	HII	NLS 1.5
<b>NED</b>	--	--	n/a	n/a	Sy 1	QSO	Sy 1.2	QSO

**Աղյուսակ 3.2.** HRC/BHRC գալակտիկաների հիմնական առաքման գծերի պարամետրերը:

Գնահատվել են այս օբյեկտների կարմիր շեղումների միջին արժեքները:

SDSS-ում ամենափոքր կարմիր շեղումը (առանց աստղերի) 0.002 է, իսկ ամենամեծը՝ 4.366: Միջին կարմիր շեղումը 0.291 է: Կարմիր շեղման բաշխումը բերված է նկար 3.2-ում: Ինչպես երևում է նկ. 3.2-ից, օբյեկտների մեծ մասի կարմիր շեղումներն ընկած են 0.02-ից 0.50 միջակայքում: u, g, r, i, z-ի միջին արժեքները համապատասխանաբար 19.61, 18.29, 17.51, 17.10 և 16.82 են:



**Նկար 3.2.** Կարմիր շեղման բաշխումը:

### 3.1.5. ԲԱԶՄԱԼԻՔԱՅԻՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐ

Բոլոր 371 օբյեկտների համար կատարվել են նույնացումներ էլեկտրամագնիսական ալիքների ողջ տիրույթում և հավաքվել են ԲԱ տվյալներ: Աղյուսակ 3.3-ում ներկայացված են խաչաձև նույնացման արդյունքները:

-----	Կատալոգ	Փնտրման շառավիղ (arcsec)	Նույնացումների քանակ
<b>Գերմանուշակագույն</b>	GALEX	3	188
<b>Ենթակարմիր</b>	2MASS	2	258
	All WISE	2	345
	IRAS	60	15
<b>Ռադիո</b>	NVSS	10	78
	FIRST	3	81

**Աղյուսակ 3.3.** ԲԱ նույնացման արդյունքները:

Աղյուսակ 3.4-ում ցույց են տրված այս ընտրանքի համար հավաքագրված տվյալները՝ հիմնված բազմալիքային կատալոգների հետ խաչաձև նույնացումների վրա: Հերթական տողերում թվարկված են հետևյալ տվյալները՝ ROSAT (ROSAT աղբյուրի անվանումը, հաշվարկի արագությունը (CR), կոշտության 1 գործակիցը (HR1), կոշտության 2 գործակիցը (HR2), ռենտգենյան հոսքը ( $F_x$ ), SDSS (RA 2000 և Dec 2000, u, g, r, i, z մեծություններ, կարմիր շեղում), GALEX (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec), FUV, NUV արժեքներ), 2MASS (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec), J, H, K արժեքներ), IRAS (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec), f12, f25, f60, f100 հոսքերը), ALLWISE (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec), W1, W2, W3, W4 արժեքներ), NVSS (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec), S 1400MHz հոսքը), FIRST (հայտնաբերման հեռավորությունը (arcsec),  $F_{peak}$ ,  $F_{int}$  հոսքերը), շառավղային արագությունը, հեռավորությունը ( $H=72$  կմ/վ Մպկ), ռենտգենյան և օպտիկական լուսատվությունները, բացարձակ աստղային մեծությունը և ակտիվության դասը՝ ընտրանքի յուրաքանչյուր օբյեկտի համար:

Աղյուսակ 3.4-ն ամբողջությամբ ներկայացված է Vizier աստղագիտական կատալոգների տվյալների շտեմարանում՝ էլեկտրոնային եղանակով ([/other/Ap/62.147/table3](#) և [/other/Ap/63.166/table4](#)):

N	1	2	3	4	5	6
	J011143.1	J003455.6	J004014.6	J095246.6	J095427.6	J001740.9
1RXS	+165238	+300043	+012625	+515338	+301917	+082756
CR (cr/s)	0.0446	0.0461	0.0553	0.24	0.0479	0.0493
HR1	0.85	0.7	0.39	0.2	-0.25	1
HR2	-0.17	0.56	0.27	0.18	-0.19	0.16
$F_x$ (mW/m <sup>2</sup> )	5.72E-13	5.54E-13	5.74E-13	2.25E-12	3.35E-13	6.71E-13
RAJ (deg)	17.93848	8.74895	10.05634	148.19684	148.61592	4.42273
DEJ (deg)	16.88632	30.02102	1.42953	51.88536	30.32027	8.46548
u (mag)	17.861	20.137	19.119	18.695	17.778	20.209
g (mag)	15.742	18.137	18.281	17.285	17.459	19.423
r (mag)	14.772	16.645	17.321	16.737	17.619	19.272
i (mag)	14.308	16.077	16.841	16.568	17.531	19.156
z (mag)	13.979	15.673	16.537	16.480	17.591	18.940
z (redshift)	0.063254	0.230529	0.226316	0.215194	0.533459	0.678406
GALEX-SDSS (as)	2.666	1.473	0.709	1.823	0.15	0.857
FUV (mag)	21.97	--	20.847	--	18.985	--
NUV (mag)	21.423	22.16	20.198	22.25	18.188	20.418
2MASS-SDSS (as)	0.324	0.671	0.362	0.172	0.522	0.358
J (mag)	14.338	16.225	16.046	15.591	16.988	17.053
H (mag)	13.459	14.836	15.107	15.12	15.975	16.325
K (mag)	13.152	14.681	14.33	14.938	15.463	15.527
IRAS-SDSS (as)	53.6	--	--	--	--	--
$F_{12}$ (Jy)	0.0885	--	--	--	--	--
$F_{25}$ (Jy)	0.1548	--	--	--	--	--
$F_{60}$ (Jy)	0.2171	--	--	--	--	--
$F_{100}$ (Jy)	1.14	--	--	--	--	--
WISE-SDSS (as)	0.176	0.279	0.202	0.302	0.155	0.25
W1 (mag)	12.08	13.72	13.25	14.97	13.39	13.82
W2 (mag)	12.16	13.45	12.36	14.89	12.32	12.59
W3 (mag)	11.32	12.00	9.38	12.29	9.85	10.21

W4 (mag)	8.99	8.70	7.25	8.87	7.70	7.75
NVSS-SDSS (as)	2.76	1.08	3.09	--	--	--
S <sub>1400</sub> (mJy)	12.1	16.2	208.1	--	--	--
FIRST-SDSS (as)	--	--	0.308	--	0.133	0.392
F <sub>peak</sub> (mJy)	--	--	135.19	--	23.11	32.17
F <sub>int</sub> (mJy)	--	--	150.83	--	23.06	33.44
V <sub>r</sub> (km/sec)	18377	61355	60369	57741	120975	142810
D (Mpc)	263	922	906	864	1978	2424
L <sub>x</sub> (W)	5.36E+35	8.55E+36	8.49E+36	2.97E+37	3.69E+37	1.33E+38
L <sub>r</sub> (W)	1.78E+37	5.21E+37	2.68E+37	4.10E+37	1.52E+38	5.95E+37
M <sub>r</sub> (mag)	-22.37	-23.41	-22.69	-23.17	-24.31	-23.17
Ակտիվության դաս	Abs	AGN	HII	LINER	QSO1.2	S1.5

#### Աղյուսակ 3.4. Ընտրանքի ԲԱ տվյալներ:

Աղյուսակ 3.5-ում տրված են մեր 310 օբյեկտների միջին պարամետրերը՝ որոնք ունեն որոշակի տեսակի ակտիվություն: Սյունակներում ըստ հերթականության թվարկված են՝ ակտիվության դասերը, օբյեկտների քանակը, կարմիր շեղումը, ռենտգենյան կոշտության գործակիցը HR1, բացարձակ աստղային մեծությունը M<sub>r</sub>, u-g և g-r գույները և ռենտգեն/օպտիկա հոսքի հարաբերության լոգարիթմը, ԱԳՄ-ների (QSO+Sy+LINER), բաղադրյալ սպեկտրով գալակտիկաների համար, HII, Em և Abs գալակտիկաների համար:

Ակտիվության դաս	Քանակ	Կարմիր շեղում	HR1	$M_r$	u-g	g-r	$\log(F_x/F_{opt})$
QSO+Sy+LINER	121	0.439	0.05	-22.55	0.65	0.41	-0.34
Composite	9	0.308	0.131	-21.94	1.15	0.60	-0.72
HII	36	0.203	-0.07	-21.45	0.74	0.87	-0.81
Em	35	0.284	0.33	-22.22	1.77	0.86	-0.50
Abs	109	0.206	0.49	-22.35	1.86	0.94	-0.78

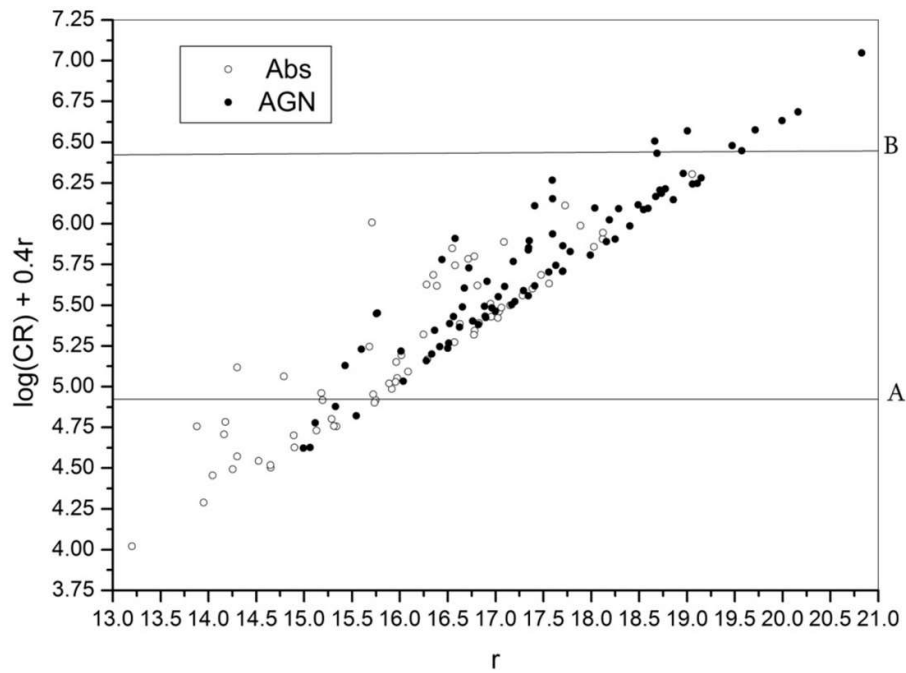
**Աղյուսակ 3.5.** Տարբեր դասի օբյեկտների պարամետրերի միջին արժեքները:

Բոլոր ԱԳՄ-ները և բաղադրյալ սպեկտրով գալակտիկաները միասին ունեն միջին կարմիր շեղում 0.430, ինչը 2.12 անգամ ավելի մեծ է, քան HII-ինը: Նույնատիպ պատկեր է ստացվում մնացած պարամետրերի համար՝ բացարձակ աստղային մեծությունը 1.05-ով, u-g գույնն 1.07 անգամ, g-r գույնն 2.02 անգամ:

Ընտրանքի օբյեկտների տեսագծային արագությունները ընկած են  $1200 \div 279860$  կմ/վ միջակայքում, հեռավորությունները՝  $17 \div 7388$  Մպրս, իսկ  $M_r$ -ի բացարձակ արժեքները՝  $-13.46 \div -29.33$ :

Նկար 3.3-ում ներկայացված է օբյեկտների համար կախվածությունը՝  $\log(CR) + 0.4r$ -ինը r-ից: Հատկապես հետաքրքիր է դիտարկել այս կապը կլանման գծերով գալակտիկաների համար՝ հասկանալու, թե արդյոք դրանք թաքնված ԱԳՄ-ներ են, թե ունեն ռենտգենյան ճառագայթում գալակտիկական բնակչության գումարային ճառագայթման հետևանքով: (ԱԳՄ-ների բաշխումը գտնվում է A ( $\log(CR) + 0.4r = 4.9$ ) և B ( $\log(CR) + 0.4r = 6.4$ ) տողերի միջև [30]):

Այսպիսով, հայտնաբերվել է 80 օբյեկտ (A և B տողերի միջև), որոնք հանդիսանում են թաքնված ԱԳՄ-ների թեկնածուներ, որոնց ուսումնասիրությունը կիրականացվի մոտ ապագայում, փորձելով ստանալ դրանց որակյալ սպեկտրները և հաստատել դրանց որպես ԱԳՄ-ներ:



**Նկար 3.3.** Ռենտգենյան ԱԳՄ-ների թեկնածուներ:

### 3.1.6. ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ընտրված ռենտգենյան ԱԳՄ-ների համասեռ կատալոգի հիման վրա իրականացվել է սպեկտրոսկոպիկ ուսումնասիրություն այն օբյեկտների համար՝ որոնք ունեն SDSS սպեկտրներ: Այս ցանկում ընդգրկված են 371 օբյեկտ, որոնք դասակարգվել են ըստ ակտիվության դասերի՝ օգտագործելով երեք դիագնոստիկ դիագրամները, ինչպես նաև կատարվել են սպեկտրների մանրակրկիտ ուսումնասիրություններ (Լայն գծերով ԱԳՄ-ները ամբողջությամբ դասակարգելու համար): Հայտնաբերվել են Seyfert-ի գալակտիկաներ, LINER-ներ, նաև Composite և Starburst: Կատարվել է սպեկտրների նուրբ դասակարգում՝ նեղ և Սեյֆերտի դասական լայն գծերը առանձնացնելու, և Սեյֆերտի ենթատիպերը սահմանելու համար: Գտնվել են NLS1-ի ենթատեսակներ՝ NLS1.0, NLS1.2, NLS1.5, NLS1.8 և NLS1.9, որոնք մեծ նշանակություն ունեն ռենտգենյան տիրույթի ուսումնասիրության համար (հանդիսանում են ռենտգենյան ճառագայթման ցուցանիշ): Վիճակագրական

տվյալների հետագա կուտակումը կարող է թույլ տալ հասկանալ դրանց ֆիզիկական տարբերությունները:

Հաշվարկվել են ուսումնասիրվող օբյեկտների բոլոր հնարավոր աստղաֆիզիկական պարամետրերը՝ տեսագծային արագություններ, հեռավորություններ, բացարձակ աստղային մեծություններ, լուսատվություններ և այլն:

Ռենտգենյան աղբյուրների մեջ ամենահետաքրքիր դասերից մեկը հանդիսանում են կլանման գծերով գալակտիկաները: Դրանցից պայծառները կարող են ներառվել կատալոգում իրենց բարձր գումարային պայծառության պատճառով, սակայն ցածր պայծառությամբ շատ նման գալակտիկաներ դիտվում են որպես ռենտգենյան ճառագայթման ուժեղ աղբյուրներ: Այս օբյեկտները համարվում են հնարավոր թաքնված ԱԳՄ-ներ, որոնց օպտիկական սպեկտրները առաքման որևէ նշույլ ցույց չեն տալիս:

Կառուցվել են ռենտգենյան և օպտիկական հոսքերի հարաբերության դիագրամներ՝ որպեսզի հնարավոր լինի առանձնացնել ռենտգենյան ճառագայթումով ուժեղ աղբյուրներ, և փորձել հայտնաբերել նոր ԱԳՄ-ների թեկնածուներ: Պարզվել է, որ 80 օբյեկտներ հնարավոր թաքնված ԱԳՄ-ներ են՝ թույլ օպտիկական հոսքի համեմատ իրենց ուժեղ ռենտգենյան ճառագայթման, և օպտիկական սպեկտրում առաքման գծերի հատկանիշների բացակայության պատճառով: Կատարվել են նաև բազմաալիքային նույնացումներ՝ դրանց վարքագիծը այլ էլեկտրամագնիսական ալիքների միջակայքում ուսումնասիրելու համար:

Սպեկտրադիտական դասակարգումը և հետազոտությունները հանգեցրել են բազմաթիվ նոր ԱԳՄ-ների հայտնաբերմանը, նախորդ գլղում նկարագրված HRC-BHRC AGN կատալոգը դարձնելով ավելի հուսալի՝ հաշվի առնելով NED-ից հավաքված նախկինում հայտնի օբյեկտները: Այսպիսով HRC-BHRC ընտրանքի 4253 օբյեկտներից 3542 նախկինում հաստատվել էին որպես ԱԳՄ-ներ, իսկ այս սպեկտրադիտական ուսումնասիրությունների շնորհիվ, դրանց ավելացվեց 371 նոր օբյեկտներ (չնայած որոշները վերադասակարգվել են):



## **3.2. HRC/BHRC AGN ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱԳՄ-ՆԵՐԻ ԱՄԲՈՂՋԱԿԱՆ ԿԱՏԱԼՈԳԻ ԱԳՄ-ՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐՈՍԿՈՊԻԿ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ և ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԴԱՍԵՐԸ՝ ՀԻՄՆՎԱԾ SDSS ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՎՐԱ**

### **3.2.1. ՆԱԽԱԲԱՆ**

Ռենտգենյան աղբյուրները շատ հետաքրքիր են և միևնույն ժամանակ քիչ ուսումնասիրված: Դրանցում հիմնականում ներառված են որոշակի ակտիվություն դրսևորող օբյեկտներ, ինչպիսիք են ԱԳՄ-ները, կատակլիզմիկ փոփոխական աստղերը, սպիտակ թզուկները, պուլսարները և այլն: Ռենտգենյան աղբյուրների նույնացումը բավականին բարդ խնդիր է, և միշտ չէ, որ հնարավոր է հայտնաբերել օպտիկական օբյեկտը: Այս աշխատանքում փորձ է արվել իրականացնել ռենտգենյան ԱԳՄ-ների սպեկտրային դասակարգում և բացահայտել դրանց ակտիվության դասերը՝ հիմք ընդունելով ռենտգենյան ԱԳՄ-ների ROSAT HRC/BHRC կատալոգը [97], ինչպես նաև հասկանալ, թե ակտիվության որ դասն է ավելի տարածված այս աղբյուրներում:

Կատալոգում առկա 4253 HRC-BHRC օբյեկտներից 3369-ը հաստատվել են որպես ԱԳՄ-ներ օգտագործելով օպտիկական կատալոգները՝ հիմնականում օգտագործելով VCV-13-ն, BZCAT-ը [74, 122], ինչպես նաև [95, 96]: Այս ենթազուխը նվիրված է այդ 3369 օբյեկտների սպեկտրների ուսումնասիրությանը և դրանց ակտիվության դասերին:

### 3.2.2. ԴԻՏՈՂԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԻ ՀԱՎԱՔԱԳՐՈՒՄ և ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Այս 3369 օբյեկտները նույնացվել են GALEX [25], SDSS [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14], 2MASS [116], All WISE [36, 37], IRAS PSC [24] and FSC [85], NVSS [33], FIRST [55], ընտրանքների հետ: Աղյուսակ 3.6-ում բերված է այն կատալոգների ցուցակը (ըստ տիրույթների), որոնց հետ կատարվել է նույնացումներ:

Gamma-ray	X-ray	UV	Optical	IR	Radio	Catalog
INTEGRAL	INTEGRAL	GALEX	APM	2MASS	NVSS	RC3
ROSAT	ROSAT	--	USNO-BI.0	WISE	FIRST	VCV-13
--	--	--	GSC 2.3.2	IRAS	--	Roma Blazar
--	--	--	SDSS	AKARI	--	--

#### Աղյուսակ 3.6. Օբյեկտների նույնացման կատալոգները

Դիտողական նյութում օգտագործվել են SDSS-ի DR7-18 HRC-BHRC օբյեկտների 2908 սպեկտրներ [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14]: Հավաքագրվել են դրանց կարմիր շեղումները, գծերի ինտենսիվությունները և էկվիվալենտ լայնությունները:

Շատ հաճախ SDSS-ի մեքենայական եղանակով սպեկտրներից արված չափումները կատարված են աղմուկի մակարդակի վրա կամ շատ վատ որակի գծերի վրա: Որոշ դեպքերում այդ ավտոմատ չափումները տալիս են անհրական թվեր, որոնք բերում են արհեստական տվյալների առաջացմանը: Ուստի անհրաժեշտ է ուշադիր ստուգել սպեկտրները բոլոր ալիքների երկարություններում և որոշել, թե որ չափումները պետք է օգտագործվեն հետագա ուսումնասիրությունների համար, որոնք՝ ոչ: Հատկապես կարևոր են դիագնոստիկ դիագրամներում օգտագործվող գծերը (H $\beta$ , [OIII] 5007Å, [OI] 6300 Å, H $\alpha$ , [NII] 6583 Å և [SII] 6716+6731 Å) [120]:

Դասակարգումները կատարվել են գլուխ 3.1.3-ում նկարագրված սկզբունքներով:

Դիագնոստիկ դիագրամների վրա նեղ գծերով ԱԳՄ-ների դասակարգման արդյունքները բերված են աղյուսակ 3.7-ում:

<b>Ակտիվության դաս</b>	<b>Տոկոս</b>	<b>Ակտիվության ն դաս</b>	<b>Տոկոս</b>
QSO	2.5	HII	14.5
Sy 1.0 & nSy 1.0	1	ELG	10
Sy 1.5 & nSy 1.5	3.5	Comp	4
Sy 1.8 & nSy 1.8	12.7	Galaxy	47
Sy 1.9 & nSy 1.9	7	WD, CV, C, star	1.7
LINER	0.6	Uc CI	4.5

**Աղյուսակ 3.7.** ԱԳՄ-ների ակտիվության դասերը

### 3.2.3. ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ռենտգենյան ԱԳՄ-ների ընտրանքում առկա են 2908 օբյեկտ, որոնց համար կան տրված սպեկտրներ, դրանք դասակարգվել են ըստ ակտիվության դասերի՝ օգտագործելով երեք դիագնոստիկ դիագրամները և սպեկտրների ակնադիտական մշակումը: Դասակարգման ամբողջականությունն ապահովվելու համար կիրառվել են գլուխ 3.1.3-ում նկարագրված մեթոդները: Վիճակագրական տվյալների հետազա կուտակումը կարող է հնարավորություններ տալ հասկանալու դրանց ֆիզիկական պարամետրերի տարբերությունները:

Այս 3369 օբյեկտները նույնացվել են՝ GALEX [25], SDSS [2, 14], 2MASS [116], All WISE [36, 37], IRAS PSC [24] and FSC [85], NVSS [33], FIRST [55], ընտրանքների հետ:

Գնահատվել են ուսումնասիրվող օբյեկտների բոլոր հնարավոր աստղաֆիզիկական պարամետրերը՝ տեսագծային արագություններ, հեռավորություններ, բացարձակ աստղային մեծություններ, լուսատվություններ և այլն:

Ռենտգենյան աղբյուրների մեջ առկա կլանման գծերով ենթադրվում են, որ հնարավոր թաքնված ԱԳՄ-ներ են՝ որոնց օպտիկական սպեկտրները առաքման գծեր ցույց չեն տալիս: Դրանց համար կառուցվել է  $\text{Log}(\text{CR})+0.4r$ -ինը  $r$ -ից կախվածությունը (Նկար 3.3 անալոգով), և առանձնացվել է 543 հնարավոր թաքնված ԱԳՄ-ներ [30], որոնց համար ապագայում կփորձվի ստանալ որակյալ սպեկտրներ և հաստատել դրանք որպես ԱԳՄ-ներ

### **3.3. ՌԱԴԻՈԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ NVSS ԿԱՏԱԼՈԳԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ**

#### **3.3.1. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Այս աշխատանքում փորձ է արվում ստեղծել ընտրված ռենտգեն-ռադիո աղբյուրների կատալոգ և իրականացնել դրանց ԲԱ ուսումնասիրություններ՝ էլեկտրամագնիսական ալիքների տարբեր տիրույթներում հոսքերի միջև կապեր փնտրելու համար:

Ռենտգենյան աղբյուրների համար ընտրանքի միատարրությունն ու ամբողջականությունն ապահովելու համար վերցվել են միայն ROSAT կատալոգների տվյալները: Ռադիո աղբյուրների ընտրության համար օգտագործվել է NVSS կատալոգը [33]:

NRAO VLA Sky Survey-ը (NVSS) ծածկում է երկինքը  $-40^\circ$  աստիճանից հյուսիս (երկնային ոլորտի 82%-ը) 1.4 ԳՀց հաճախականությամբ: Տվյալների հիմնական արտադրանքները.

1) 2326 հատ  $4^\circ \times 4^\circ$  կոնտինուալ «խորանարդեր» երեք հարթություններով, որոնք պարունակում են Ստոքսի I, Q և U պատկերները.

2) մոտ  $2 \cdot 10^6$  դիսկրետ աղբյուրների կատալոգ, որոնց հոսքերը թույլ չեն քան  $S \sim 2.5$  մՅն: Բոլոր պատկերներն ունեն  $\theta = 45$  աղեղնայի վայրկյան FWHM լուծորդություն և գրեթե միատեսակ զգայունություն:

Իսաչաձև համապատասխանեցումները կատարվել են այս երկու կատալոգների միջև՝ ստեղծելով ընտրված ռենտգեն-ռադիո աղբյուրների նոր՝ համասեռ և ամբողջական, կատալոգ, որը ծածկում է ամբողջ երկինքը, և սահմանափակված է հյուսիսային լայնությամբ  $-40^\circ$  աստիճանով:

Այսպիսով, ստացվել է մեծ մակերեսի ռենտգենյան ռադիոաղբյուրների ընտրանք, որոնց ամբողջականությունը համասեռ է, և հնարավորություն է տալիս մանրամասն ուսումնասիրելու դրանց ԲԱ հատկությունները:

### **3.3.2. ROSAT և NVSS ԿԱՏԱԼՈԳՆԵՐԻ ԽԱՉԱՁև**

#### **ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆԵՑՈՒՄՆԵՐ և ՃՇԳՐԻՏ ԼՈՒՍԱԶԱՓԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԱՎԱՔԱԳՐՈՒՄ**

Հետագա սխալներից ու անճշտություններից խուսափելու համար հիմնական աշխատանքը սկսելուց առաջ մանրամասն ուսումնասիրվել են կատալոգները:

ԱԳՄ-ներ հայտնաբերելու համար այս երկու կատալոգները համեմատվել են VCV-13 կատալոգի հետ [122]: Բացի VCV-13-ից, նաև օգտագործվել է BZCAT [74]՝ կատալոգը բլազարների համար ավելի լավ ամբողջականություն ապահովելու համար:

Իրականացվել է միատեսակ որոնում բոլոր առկա տվյալների շտեմարաններում, այդ թվում՝ ոչ օպտիկական տիրույթներում: Բոլոր խաչաձև նույնացումների ճիշտ որոնման շառավիղը որոշելու և սխալ նույնացումներից խուսափելու համար կիրառել ենք գլուխ2.2-ում նկարագրած եղանակը:

Վերջնական նույնացման համար օգտագործվել են այն կատալոգները, որոնք քիչ թե շատ երաշխավորում են ամբողջականությունը (օգտագործվել են ողջ երկնքի կամ դրա մեծ մասը ծածկող հետազոտությունները), և հավաքագրվել են տարբեր միջակայքերում հոսքերի բազմաթիվ չափումներ՝

- **Gamma-ray:** FERMI [87], INTEGRAL [65];
- **X-ray:** ROSAT [27], XMM-Newton DR12 [125], Chandra Source Catalog V2.0 [40];
- **UV:** GALEX [84];
- **Optical:** APM [76], USNO-B1.0 [83], GSC 2.3.2 [69], SDSS DR16 [9];
- **IR:** 2MASS Point Source Catalogue (PSC, [35]), 2MASS Extended Source Catalogue (ESC, [116]), WISE [36, 37], IRAS Point Source Catalogue (PSC, [60]), IRAS Faint Source Catalogue (FSC, [85]), IRAS PSC/FSC Combined Catalogue [4];
- **Radio:** NVSS [33], FIRST [55]:

Այս նույնացումների արդյունքները աղյուսակային տեսքով բերված են ստորև (Աղյուսակ 3.8):

Կատալոգ	Փնտրման շառավիղ arcsec	Քանակ	Կատալոգ	Փնտրման շառավիղ arcsec	Քանակ
FERMI	250	1129	INTEGRAL	250	104
XMM-Newton DR12	20	815	Chandra V2.0	20	611
ROSAT	—	9193	GALEX	40	6056
APM	10	4222	USNO-B1.0	10	7721
GSC 2.4.2	10	6067	SDSS DR16	40	2372
2MASS	5	3825	WISE	10	7870
IRAS	60	409	NVSS	30	9193
FIRST	20	3512	VCV-13	30	3094
BZCAT	15	1318	--	--	--

**Աղյուսակ 3.8.** ROSAT/NVSS աղբյուրների և ԲԱ կատալոգների խաչաձև նույնացման արդյունքները

9193 օբյեկտներից (հիմնված ROSAT-ի և NVSS-ի միջև խաչաձև նույնացումներից վրա) 3259-ը հաստատվել են որպես ակտիվ գալակտիկական միջուկներ՝ օգտագործելով օպտիկական սպեկտրային դասակարգումները՝ VCV-13-ի և BZCAT-ի հիման վրա:

Կառուցվել են տարբեր աղբյուրների տվյալների բաշխման գրաֆիկներ և հիստոգրամներ (հեռավորությունների, աստղային մեծությունների և այլն):

SDSS DR16-ից սպեկտրները հասանելի են ընտրանքի 2395 օբյեկտների համար, ինչը թույլ է տալիս կատարել դրանց մանրամասն սպեկտրային դասակարգում:

Ռենտգենյան ԱԳՄ-ները մնացած բոլոր աղբյուրներից առանձնացնելու համար, պետք է պարզել, թե հոսքերի հարաբերակցության ինչ սահմաններ են դա թույլ տալիս անել: Այդ նպատակով հավաքագրված տվյալների հիման վրա կառուցվել

են բազմաթիվ գրաֆիկներ և հիստոգրամներ: Սա թույլ կտա մեզ հայտնաբերել մոտակա Տիեզերքում բոլոր դիտած QSO-ները և AGN-ները, որոնք ճառագայթում են ռենտգենյան և ռադիո տիրույթում:

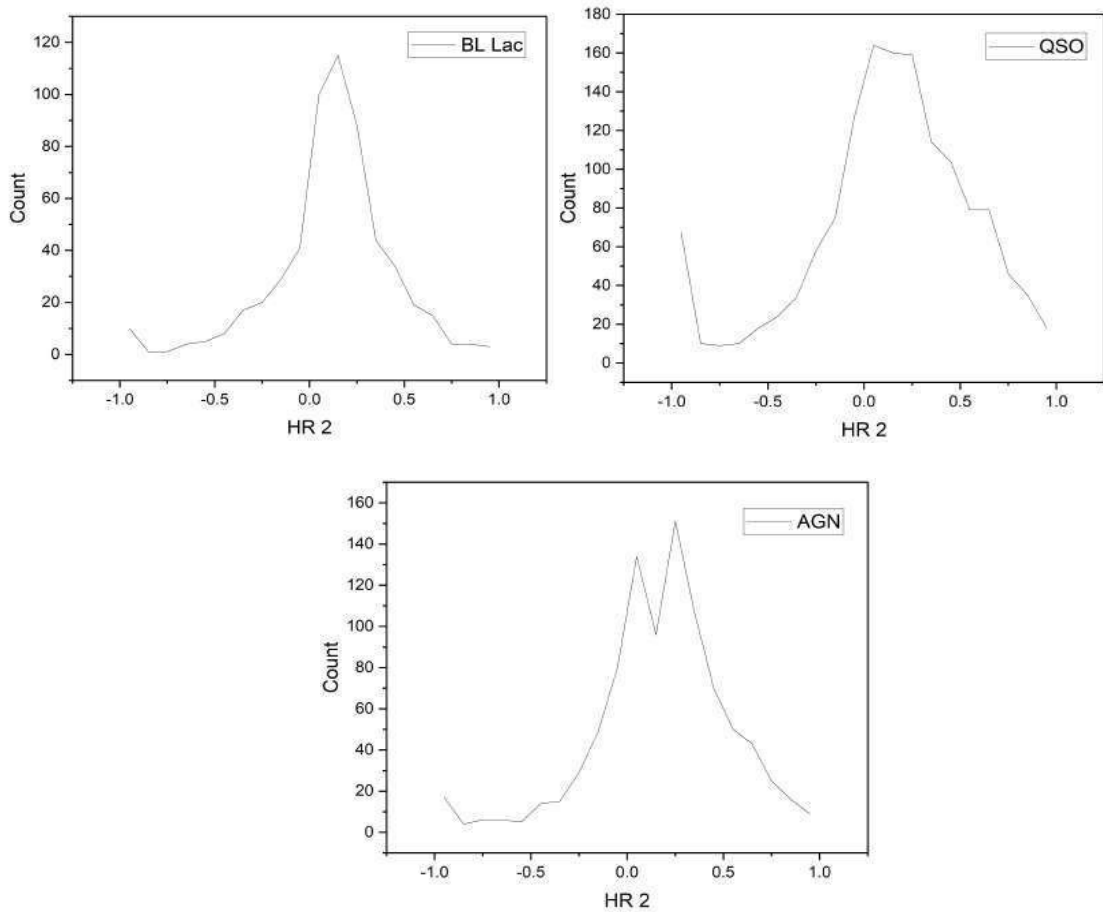
### **3.3.3. ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՎԱԾ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ և ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Կատալոգը բաղկացած է 9193 ընտրված ռենտգենյան աղբյուրներից՝ ներառյալ 3259 հաստատված ԱԳՄ-ները, քվազարներ կամ BL Lac-ներ, և դրանց 5934 թեկնածուներից: Այս օբյեկտները որպես AGN, QSO կամ BL Lac հաստատելու և նորերը գտնելու համար կառուցվել են այս աղբյուրների տարբեր տվյալների միջև փոխհարաբերությունների ամբողջական դիագրամներ, ինչպես նաև՝ համեմատության համար, օգտագործվել են սովորական գալակտիկաներն ու աստղերը:

Նկար 3.4-ը ցույց է տալիս տարբեր դասերի օբյեկտների համար կոշտության գործակցի HR2 բաշխման գրաֆիկը: Կա մի փոքր տարբերություն HR2-ի բաշխման մեջ, որը ցույց է տալիս տարանջատում QSO, AGN և BL Lac-ի միջև:

Հետաքրքիր առանձնահատկություն է նկատվում ԱԳՄ-ների մոտ: Նրանց բաշխումն ունի կրկնակի գագաթներ, դա կարող է պայմանավորված լինել այն հանգամանքով, որ այս սահմանման տակ կարող են թաքնվել երկու տեսակի շիթեր:



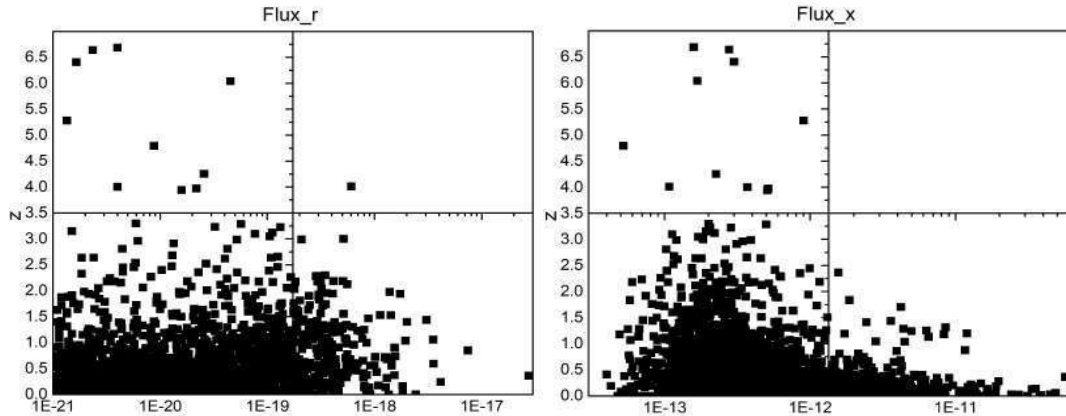


**Նկար 3.4.** HR2 բաշխում տարբեր տեսակի օբյեկտների համար՝ BL Lac, QSO և AGN:

Ունենալով ռենտգենյան և ռադիոհոսքեր՝ կառուցվել են լուսատվության կախվածությունը կարմիր շեղումից (տես Նկար 3.5)

Ակտիվ գալակտիկաները և բլազարները շատ հետաքրքիր օբյեկտներ են Տիեզերքում: Որոշ ֆիզիկական հատկություններ հասկանալու համար պետք է պարզել, թե ինչպես են իրենց դրսևորում այս օբյեկտները ռենտգենյան և ռադիոալիքների տիրույթներում և ինչ ընդհանրություններ ունեն:

Գնահատվել են օբյեկտների սպեկտրային ցուցիչները: Օգտագործելով ավելի շատ տվյալներ, կառուցվել են գրաֆիկներ բոլոր աղբյուրների համար ( $\log(F)$  vs  $\log(\text{Hz})$ ): Ապա օգտագործելով լոգարիթմական հոսքի կախվածությունը լոգարիթմական հաճախականությունից՝ յուրաքանչյուր աղբյուրի համար, կատարվել են գծային մոտարկումներ՝ Origin ծրագրային ապահովման միջոցով, և դրանով գնահատվել են ռենտգենյան/ռադիոսպեկտրային ցուցիչները աղբյուրի համար:



**Նկար 3.5.** Կարմիր շեղման բաշխումը, ռենտգենյան (ծախս վահանակ) և ռադիո (աջ վահանակ) հոսքերից:

Աղյուսակ 3.9-ը ցույց է տալիս, որ ռենտգենյան տիրույթում էներգիայի հոսքը նվազում է BL Lac-ից QSO, իսկ ռադիոտիրույթում, ընդհակառակը, հոսքը մեծանում է BL Lac-ից QSO:

N	Կատալոգի	Լացերտիդ	ԱԳՄ	Քվազար
1	NVSS <sub>F</sub>	$6.24 \times 10^{-20}$	$1.33 \times 10^{-19}$	$2.64 \times 10^{-19}$
2	FIRST <sub>F</sub>	$3.09 \times 10^{-20}$	$3.41 \times 10^{-20}$	$1.17 \times 10^{-19}$
3	ROSAT <sub>F</sub>	$3.49 \times 10^{-15}$	$2.41 \times 10^{-15}$	$8.44 \times 10^{-16}$
4	X MM <sub>F8</sub>	$2.45 \times 10^{-14}$	$1.64 \times 10^{-14}$	$6.83 \times 10^{-16}$
5	Chandra <sub>Fb</sub>	$3.18 \times 10^{-15}$	$2.41 \times 10^{-15}$	$1.64 \times 10^{-15}$

**Աղյուսակ 3.9.** Ռենտգենյան և ռադիոհոսքեր ( $\text{Վտ}/\text{մ}^2$ )

### 3.3.4. ԱՄՓՈՓՈՒՄ և ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Նույնացվեցին ROSAT ռենտգենյան կատալոգները NVSS ռադիոկատալոգի հետ, որպիսի գտնվեն այն օբյեկտները որոնք ունեն և՛ ռենտգենյան, և՛ ռադիոճառագայթում, որոնք շատ մեծ հավանականությամբ հանդիսանում են ԱԳՄ-ներ (հիմնականում ԱԳՄ-ներ, բայց նաև աստղառաջացման բնկումով գալակտիկաներ):

Ավելին, օբյեկտները, որոնք ունեն և՛ ռենտգենյան, և՛ ռադիո ճառագայթումներ, պետք է դասվեն ամենահզոր միջուկով գալակտիկաների շարքին, մասնավորապես՝ բլազարները և հզոր քվազարները: Հետևաբար, SDSS սպեկտրները հետագայում կօգտագործվեն ակտիվության տեսակները դասակարգելու համար:

Հետագա աշխատանքը կներառի այս աղբյուրների բազմալիքային ուսումնասիրությունները, ինչպես նաև ակտիվության դասերի մանրամասն դասակարգումները [82, <https://www.bao.am/activities/projects/21AG-1C053/mickaelian/>]:

## 4. ԲԼԱՉԱՐՆԵՐԻ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

### 4.1. ՆԱԽԱԲԱՆ

Բլազարները բարձր լուսատվությամբ արտագալակտիկական օբյեկտների դաս են, ակտիվ գալակտիկական միջուկներ, որոնք ունեն դեպի դիտորդը ուղղված շիթեր (տեսագծից 20° աստիճանից ոչ ավելի շեղված): Պայծառության Դոպլերյան բարձրացումը բլազարը դարձնում է դիտորդի համար շատ ավելի պայծառ, քան այն իրականում կա: Բլազարը նկարագրվում է որպես շատ կոմպակտ քվազար, որը կապված է ակտիվ գալակտիկայի միջուկում գտնվող ենթադրյալ գերզանգվածեղ սև խոռոչի հետ:

Բլազարները Տիեզերքի էներգետիկ առումով ամենահզոր օբյեկտներից են և հանդիսանում են արտագալակտիկական աստղագիտության ուսումնասիրության կարևոր տարրերից մեկը: Դրանք բաժանված են երկու ենթադասի [35, 37]՝

- Լացերտիդներ. տիպիկ օրինակը, որի անունով է կոչվել ողջ ենթախումբը՝ BL Lacertae (BLL):
- Օպտիկապես արագ փոփոխվող քվազարներ (OVV), որոնք բնութագրվում են օպտիկական տիրույթում պայծառության բարձր ամպլիտուդային փոփոխականությամբ ( $\Delta m \geq 3^m$ ), ինչպես նաև բարձր բևեռացվածությամբ քվազարներ (HPQ)՝ տիպիկ օրինակ է 3C 279: Սովորաբար օպտիկական սպեկտրում ունեն ավելի ուժեղ առաքման գծեր քան լացերտիդները, և շատ ավելի ակտիվ են ռադիոտիրույթում:

Բլազարները ցույց են տալիս պայծառության փոփոխականություն տարբեր ալիքի երկարություններում ժամանակային մասշտաբներով՝ ժամերից մինչև տասնյակ տարիներ, և ցուցադրում են փոփոխական գծային բևեռացում բոլոր սպեկտրային տիրույթներում (մինչև 10%): Շիթերի դեպի դիտորդը ուղղվածության և շիթում պլազմայի բարձր արագության շնորհիվ (լույսի արագության 95-99%-ը), բլազարների միջուկի մոտ նկատվում են թվացյալ գերլուսային արագություններ:

Որոշ հազվագյուտ օբյեկտներ կարելի է համարել «միջանկյալ բլազարներ», որոնք ունեն և՛ OVV, և՛ HPQ, և՛ BLL հատկությունների խառնուրդներ: OVV քվազարները նման են BLL-ներին, բայց ունեն նորմալ QSO սպեկտր (ունեն առաքման հզոր գծեր): HPQ-ները սովորաբար ունեն 3%-ից ավելի բևեռացում: Նրանք ընդհանրանում են OVV քվազարների հետ մեկ դասի մեջ: HPQ-ները հիմնականում կազմված են FR II տիպի ռադիոգալակտիկաներից:

Այս տիպի առաջին օբյեկտը հայտնաբերվել է 1929 թվականին Մոդեստի համաստեղությունում, որտեղից էլ այն ստացել է իր անվանումը «BL Lacertae» [57]: Ի սկզբանե այն համարվում էր փոփոխական աստղի նոր դաս: Երկրորդ նմանատիպ օբյեկտը հատնաբերվում է 1968 թվականին ՄաքԼեոդի և Էնդրյուի կողմից [73]: Ավելի ուշ [112] այն նույնացվել է արտագալակտիկական օբյեկտի հետ: Դրանց մոտ առկա էր բարձր օպտիկական բևեռացում և փոփոխականություն:

Այսպես առաջացավ արտագալակտիկական օբյեկտների նոր խումբ, որոնք գտնվում էին էլիպսաձև գալակտիկաներում [117]:

1974 թվականին առաջին անգամ գնահատվել է այդ աղբյուրի կարմիր շեղումը՝  $z=0.07$  [90]: Կարմիր շեղման այդպիսի արժեքը խոսում է այն մասին, որ այդ աղբյուրը գտնվում է մեզանից մոտ 900 միլիոն լուսատարի հեռավորության վրա [136, 138]:

Ենթադրվում է, որ բլազարները տեսագծի ուղղությամբ ուժեղ ռելատիվիստիկ շիթերով օբյեկտներ են: Սա այն դեպքում, երբ ռելատիվիստական շիթի և տեսագծի առանցքի միջև անկյունը փոքր է, և շիթը դռայլերացված է ամբողջ սպեկտրում (ռադիո տիրույթից մինչև  $\gamma$ -ճառագայթներ) և դրա վրա գերակշռում է կոմպակտ, խիստ բևեռացված, խիստ փոփոխական, գերլուսային, գրեթե գծազուրկ կոնտինիում: Ջեթի առկայությունը թույլ է տալիս բացատրել երկու տեսակի բլազարների (BLL և OVV/HPQ) արագ փոփոխականությունը և կոմպակտ առանձնահատկությունները: Ընդհանուր ընդունված պատկերն այն է, որ OVV քվազարները համեմատաբար հզոր ռադիոգալակտիկաներ են, իսկ BLL-ները՝ համեմատաբար թույլ ռադիոգալակտիկաներ: Երկու դեպքում էլ ծնողական գալակտիկաները հսկա էլիպսաձև գալակտիկաներ են:

Այնուամենայնիվ, բլազարների սահմանումը դեռևս հստակ չէ՝ պայմանավորված տարբեր տիրույթներում նրանց հատկություններից: Այս երկու տեսակներն ունեն և՛ ընդհանուր, և՛ տարբեր ֆիզիկական հատկություններ: Կան բազմաթիվ պարամետրեր, որոնք կարելի է դիտարկել որպես բլազարների սահմանման չափանիշներ, ստորև թվարկված են դրանցից հիմնականները [63, 137]՝

- Գրանցվում է ճառագայթում ռադիո տիրույթում,
- Փոփոխականություն օպտիկական տիրույթում,
- Փոփոխականություն ռադիո տիրույթում,
- Գրանցվում է ճառագայթում ռենտգենյան տիրույթում,
- Գրանցվում է ճառագայթում գամմա տիրույթում,
- Օպտիկական սպեկտրում առաքման գծերի բացակայություն (հիմնականում լացերտիդների մոտ),
- Հարթ ռադիոսպեկտրներ,
- Ճառագայթման բևեռացում:

Շատ աստղագետներ երկարաժամկետ դիտումներ են իրականացրել՝ ռենտգենյան բլազարների փոփոխականությունը հայտնաբերելու համար: Այդ աշխատանքների մեծ մասը կատարվել է փոքրաթիվ բլազարների համար [43, 48, 58, 66, 71, 110, 133], որոնք համեմատվել են թեզում ներկայացված բլազարների հետ: Ապագայում ցանկը կընդլայնվի և կկազպակերպվի դիտումներ մնացած ռենտգենյան բլազարների համար դրանց փոփոխականությունը պարզելու նպատակով:

## 4.2. ԲԼԱԶԱՐՆԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

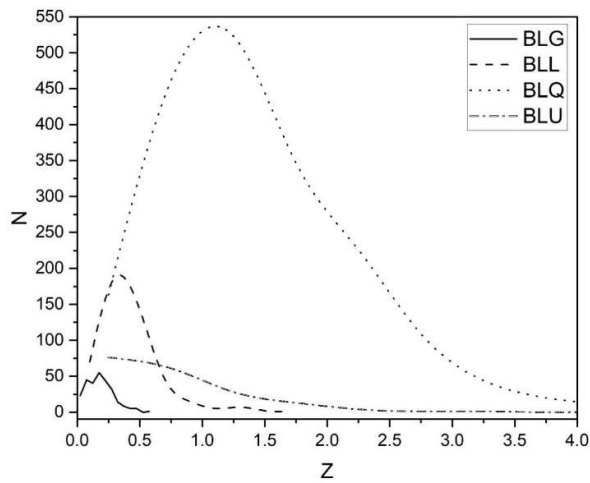
Բլազարների ուսումնասիրության նպատակով օգտագործվել է Roma Multi Frequency Catalog of Blazars (BZCAT) 5-րդ թողարկումը [74]: Կատալոգում կան ընդհանուր առմամբ 3561 օբյեկտներ՝ BLL, BLQ, BLG կամ BLU անվանումներով, որոնք համապատասխանում են BLL-ներին, FSRQ-ներին, գալակտիկաներին և անորոշ տիպի բլազարներին (Աղյուսակ 4.1):

1. BZB - BL Lac օբյեկտներ, ակտիվ գալակտիկական միջուկներ են, որոնք օպտիկական սպեկտրում չունեն առանձնահատկություններ, կամ ունեն թույլ ու նեղ առաքման գծեր:
2. BZQ - հարթ սպեկտրով ռադիոքվազարներ՝ օպտիկական սպեկտրում դիտվում են լայն առաքման գծեր, բայց գերիշխող ՝ բլազարի բնութագրիչները:
3. BZG – ցուցաբերում են բլազարների որոշ հատկություններ, սակայն մեծ է օպտիկական տիրույթում գալակտիկայի բնակչության ներդրումը:
4. BZU - անորոշ տիպի բլազարներ, որոնք ցուցադրում են բլազարների ակտիվություն. օրինակ՝ լայն սպեկտրային գծերի պատահական առկայություն/բացակայություն, կամ ցածր լուսատվությամբ բլազար միջուկ պարունակող գալակտիկաներ, և այլն:
- 5.

N	Տիպը	Քանակը	Տոկոս
1	BLL	1151	32.3
2	BLG	274	7.7
3	BLQ	1909	53.6
4	BLU	227	6.4
5	All	3561	100

**Աղյուսակ 4.1.** BZCAT կատալոգում օբյեկտների բաշխումն ըստ տեսակների:

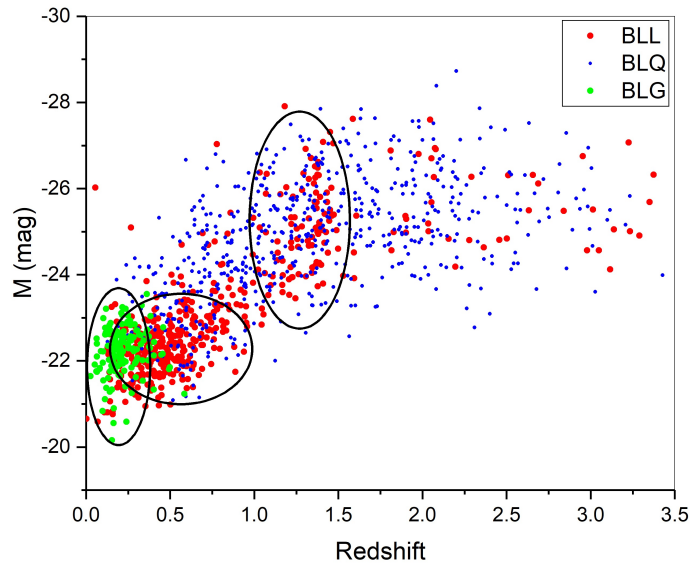
Նկար 4.1-ը ցույց է տալիս BZCAT բլազարների կարմիր շեղման բաշխվածությունը [5]: Օբյեկտները բաշխված են այնպես, որ ըստ կարմիր շեղման դասավորված են BLG, BLL, BLQ հաջորդականությամբ և ունեն հստակ արտահայտված մաքսիմումներ: Իսկ BLU-ն մոնոտոն նվազելով տարածվում է ողջ տիրույթում:



**Նկար 4.1.** Բլազարների կարմիր շեղման բաշխվածությունը:

Այս ընտրանքը պարունակում է ինֆորմացիա SDSS r-ֆիլտրում տեսանելի աստղային մեծության և կարմիր շեղման մասին: Ունենալով այն, հաշվարկվել են բլազարների բացարձակ աստղային մեծությունները՝ օգտագործելով (2.1) բանաձևը [122], ինչպես նաև հեռավորությունները՝ օգտագործելով (2.2) բանաձևը [106]:

Նկար 4.2-ում բերված է բացարձակ աստղային մեծության կախվածությունը կարմիր շեղումից:



**Նկար 4.2.** Բացարձակ աստղային մեծության կախվածությունը կարմիր շեղումից



Բլազարների երեք տեսակները (BLL, BLG և BLQ) հիմնականում համընկնում են միմյանց հետ, սակայն BLL տեսակը կարծես բաժանված է երկու ենթախմբի (կապված հեռավորության հետ), որի պատճառը ցույց կտան հետագա հետազոտությունները: Նկար 4.2-ում կետերի բաշխումը ներքևից եզերող երևակայական կորի տեսքը, ըստ էության ցույց է տալիս դիտողական սարքավորումների զգայնության ստորին սահմանը (նվազագույն աստղային մեծությունը տվյալ հեռավորության վրա, որից թույլ դիտողական սարքավորումը չի գրանցում):

Ունենալով SDSS  $r$  մեծությունը՝ գնահատվել են բլազարների օպտիկական լուսատվությունները :

Օպտիկական հոսքն SDSS-ի  $r$  ֆիլտրում հաշվարկվում է (4.1) առնչությամբ:

$$F_r = 2 * b * F_0 * \sinh\left(\frac{m}{\frac{2.5}{\text{Ln}(10)}} - \text{Ln}(b)\right), \quad (4.1) [72]$$

որտեղ՝  $b = 1.2 * 10^{-10}$ ;  $F_0 = 3631(Jy)$

Աղյուսակ 4.2-ը ցույց է տալիս լուսատվության տիրույթը, միջին լուսատվությունը, բացարձակ աստղային մեծության միջակայքը և միջին արժեքը՝ BLL և FSRQ տարբեր տեսակների համար:

N	Տեսակ	Լուսատվության միջակայք (W)	Միջին լուսատվություն (W)	Բացարձակ աստղային մեծության միջակայք	Միջին բացարձակ աստղային մեծություն
1	BLL	$2.49 \times 10^{37} \div 1.39 \times 10^{40}$	$6.78 \times 10^{38}$	$-21.04 \div -27.91$	-23.34
2	BLG	$1.06 \times 10^{37} \div 2.02 \times 10^{38}$	$7.49 \times 10^{37}$	$-20.16 \div -23.55$	-22.23
3	BLQ	$1.84 \times 10^{37} \div 1.30 \times 10^{40}$	$8.30 \times 10^{38}$	$-21.09 \div -28.73$	-24.76
4	BLU	$4.18 \times 10^{36} \div 4.80 \times 10^{38}$	$1.18 \times 10^{38}$	$-19.15 \div -24.89$	-22.59
5	ALL	$4.18 \times 10^{36} \div 1.39 \times 10^{40}$	$6.59 \times 10^{38}$	$-19.15 \div -28.69$	-23.86

**Աղյուսակ 4.2.** Բլազարների համար հաշվարկված օպտիկական տվյալները:

Պետք է նշել, որ գալակտիկաների լուսատվության և բացարձակ աստղային մեծության վրա ազդում են ծնողական գալակտիկաները, մինչդեռ BLL-ները և QSO-ները սովորաբար մաքուր միջուկներ են: BLL և BLQ տեսակների արժեքները մոտավորապես նույնն են, ուստի նրանց միջև էական տարբերություն չկա, իսկ BLG տեսակը մեկ կարգով փոքր է:

### 4.3. ԽԱՉԱՁԱ ՆՈՒՅՆԱՑՈՒՄՆԵՐ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԿԱՏԱԼՈԳՆԵՐԻ ՀԵՏ և ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԱՎԱՔԱԳՐՈՒՄ

BZCAT կատալոգում կա 3561 բլազար, որոնք նույնացվել են ռենտգենյան կատալոգների աղբյուրների հետ՝ ROSAT [27], Swift-BAT [88], INTEGRAL [65], Chandra [40], XMM [125]: Բոլոր խաչաձև նույնացումների որոնման շառավիղը ճիշտ որոշելու և սխալ նույնացումներից խուսափելու համար իրականացվել է նույն ալգորիթմը ինչ գլուխ 2.2-ում:

Աղյուսակ 4.3-ը տեղեկատվություն է տրամադրում ռենտգենյան կատալոգների հետ՝ BZCAT կատալոգի բլազարների նույնացման վերաբերյալ:

Ֆիլտր	Տիրույթ	Աղբյուրների քանակ	Ֆիլտր	Տիրույթ	Աղբյուրների քանակ
<b>ROSAT</b>			<b>XMM-NEWTON</b>		
<i>Rb</i>	0.1 - 2.0 keV	1535	<i>N1</i>	0.2 - 0.5 keV	297
<b>Chandra</b>			<i>N2</i>	0.5 - 1.0 keV	297
<i>u</i>	0.2- 0.5 keV	217	<i>N3</i>	1.0 - 2.0 keV	297
<i>s</i>	0.5 - 1.2 keV	232	<i>N4</i>	2.0 - 4.5 keV	297
<i>m</i>	1.2 - 2.0 keV	228	<i>N5</i>	4.5 - 12 keV	297
<i>h</i>	2.0 - 7.0 keV	220	<b>SWIFT</b>		
--	--	--	<i>Sf</i>	14-195 keV	139

INTEGRAL					
<i>F3</i>	17-26 keV	58	<i>F7</i>	86-129 keV	58
<i>F4</i>	26-38 keV	58	<i>F8</i>	129-194 keV	58
<i>F5</i>	38-57 keV	58	<i>F9</i>	194-290 keV	58
<i>F6</i>	57-86 keV	58	--	--	--

**Աղյուսակ 4.3.** BZCAT բլազարների նույնացումը ռենտգենյան կատալոգներում

Կարելի է տեսնել, որ այս կատալոգներում ընդհանուր առմամբ քիչ բլազարներ են նույնացվել: Միայն ROSAT-ում է դրանց թիվը զգալի՝ 1535 (43%), ուստի ապագայում միատարրության համար հիմնականում օգտագործվել են այս տվյալները:

Աղյուսակ 4.4-ում բերված է օպտիկական կատալոգների հետ բլազարների նույնացումների տվյալները [5]: Այս արդյունքները անհրաժեշտ են համասեռ լուսաչափական տվյալների օգտագործման համար:

N	Կատալոգ	Դարաշրջան	Ֆիլտր	Օբյեկտների քանակ
1	APM	POSS1	b, r	1977
2	USNO A2.0	POSS1	B1, R1	3115
3	USNO B1.0	POSS1/POSS2	B1, R1 / B2, R2	3492
4	GSC 2.3.2	POSS2	F, j	3501
5	SDSS DR16	2000	u, g, r, i, z	1446

**Աղյուսակ 4.4.** Բլազարների օպտիկական նույնացումները:

## 4.4. ԲԼԱՉԱՐՆԵՐԻ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ

### 4.4.1. ՀՈՍՔԵՐ և ԼՈՒՍԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

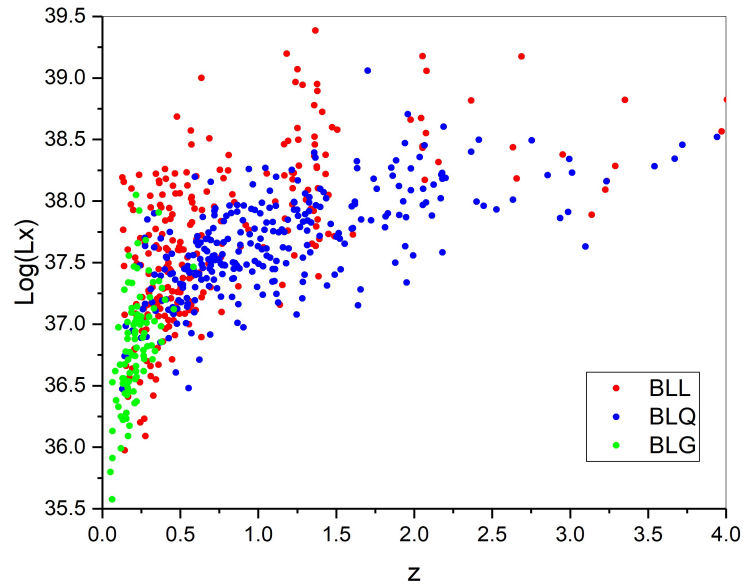
Բլազարների ռենտգենյան հոսքերը և պայծառությունը հաշվարկվել են՝ օգտագործելով 2.5 բանաձևը:

Աղյուսակ 4.5-ում ներկայացված են ռենտգենյան տվյալներից՝ միջին պայծառությունը և HR1, HR2 արժեքները (կոշտության գործակիցները, ունեն գույնի նշանակություն՝ օպտիկականի նման) բլազարների տարբեր տեսակների համար: Աղյուսակից կարելի է նկատել ասել, որ միջինում BLQ-ն ունի ավելի բարձր լուսատվություն, քան BLL-ը և BLG-ն ( $BLQ > BLL > BLG$ ): Տարբերություն կա HR1 և HR2 արժեքների համար ( $HR1; BLG > BLQ > BLL$ ), ( $HR2; BLQ > BLG > BLL$ ):

N	Տեսակ	Լուսատվության միջակայք (W)	Միջին լուսատվություն (W)	Միջին HR1 արժեքը	Միջին HR2 արժեքը
1	BLL	$1.41 \times 10^{35} \div 2.43 \times 10^{39}$	$1.52 \times 10^{38}$	0.061	0.121
2	BLG	$3.77 \times 10^{35} \div 8.37 \times 10^{37}$	$1.11 \times 10^{37}$	0.309	0.182
3	BLQ	$2.97 \times 10^{36} \div 5.07 \times 10^{38}$	$6.94 \times 10^{37}$	0.193	0.183
4	BLU	$1.17 \times 10^{36} \div 1.59 \times 10^{38}$	$3.37 \times 10^{37}$	0.365	0.133
5	ALL	$1.41 \times 10^{35} \div 2.43 \times 10^{39}$	$9.05 \times 10^{37}$	0.310	0.181

**Աղյուսակ 4.5.** Ռենտգենյան բնութագրերը տարբեր ենթատիպերի օբյեկտների համար:

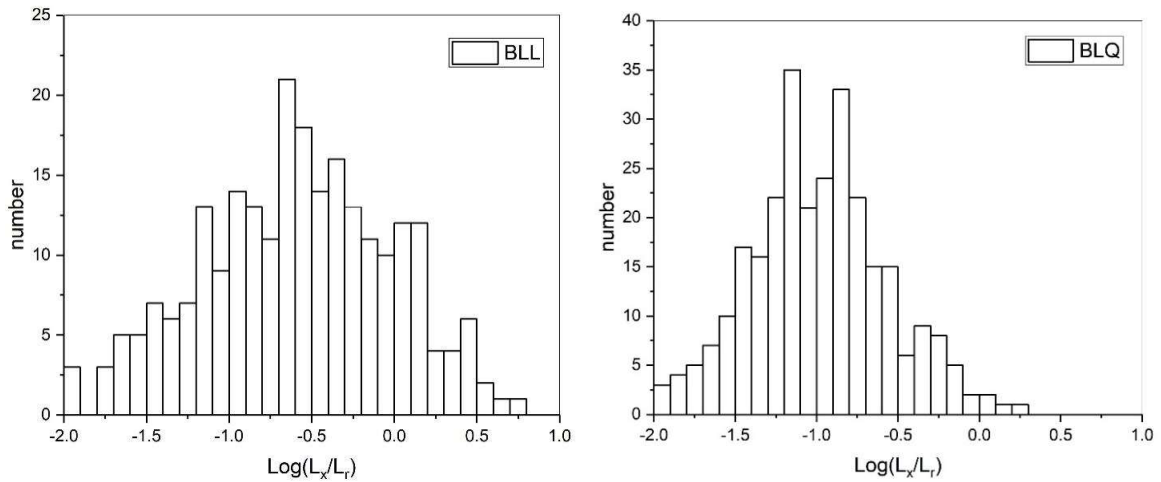
Ունենալով ռենտգենյան լուսատվությունը՝ կառուցվել է լուսատվության կախվածությունը կարմիր շեղումից (Նկար 4.3):



**Նկար 4.3.** Ռենտգենյան լուսատվության կախվածությունը կարմիր շեղումից

Նկար 4.3-ում տեսնում ենք, որ միջինում BLG-ները բաշխված են ավելի կոմպակտ, քան BLQ-ները, իսկ BLL-ները կարծես, բաժանված են երկու ենթատեսակի: Կետերի բաշխումը ներքևից եզերող երևակայական կորի ձևը, ամենայն հավանականությամբ, կապված է դիտողական սարքավորումների գրանցման ստորին սահմանի հետ:

Նկար 4.4-ում ցույց է տրված  $\log(L_x/L_r)$  հարաբերության բաշխումը BLL-ի և BLQ-ի համար: Պատկերից երևում է, որ BLL-ը և BLQ-ն ռենտգենյան տիրույթում օժտված են բարձր էներգիայով, ինչը զարմանալի չէ, քանի որ օբյեկտները քվազարներ և բլազարներ են [19]:



**Նկար 4.4.** BLL և BLQ  $\text{Log}(L_x/L_r)$  հարաբերության բաշխումը:

Աղյուսակ 4.6-ում ներկայացված է ռենտգենյան լուսատվության (ROSAT) և օպտիկական լուսատվության (SDSS r)  $\text{log}(L_x/L_r)$  հարաբերության լոգարիթմը՝ տարբեր տեսակի բլազարների համար: Աղյուսակից կարող ենք ասել, որ միջինում BLL-ն ավելի բարձր արժեք ունի, քան BLQ-ն և BLG-ն ( $\text{BLL} > \text{BLG} > \text{BLQ}$ ):

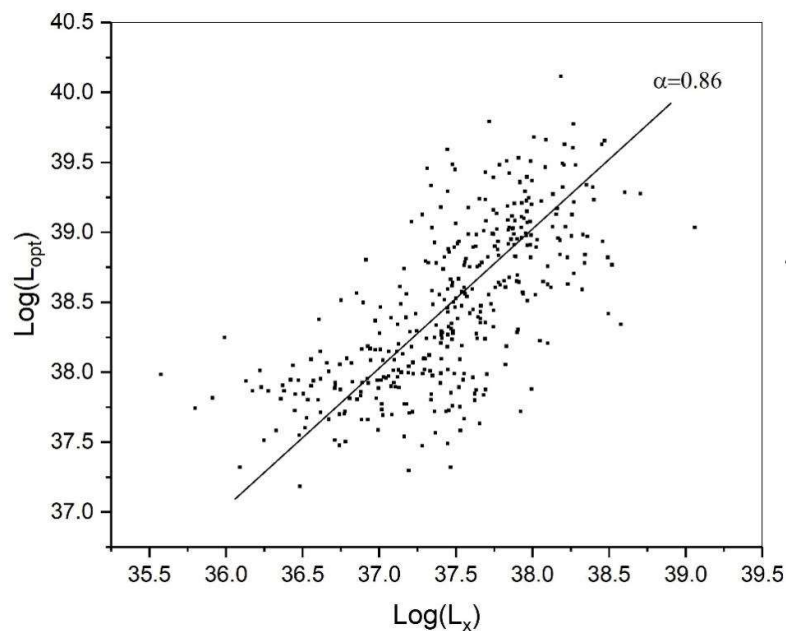
N	Տեսակ	$\text{log}(L_x/L_r)$		
		Նվազ.	Առավել.	Միջին
1	BLL	-1.97	0.8	-0.59
2	BLG	-2.41	0.21	-1.03
3	BLQ	-2.15	0.23	-1.00
4	BLU	-1.73	0.38	-0.79

**Աղյուսակ 4.6.** ROSAT-ի ռենտգենյան լուսատվության հարաբերությունը SDSS-ի r ֆիլտրում լուսատվությանը ( $\text{log}(L_x/L_r)$ ):

Նկար 4.5-ը ցույց է տալիս բլազարների ռենտգենյան և օպտիկական լուսատվությունների կախվածությունը: Բաշխումից երևում է, որ միջին հաշվով,

որքան մեծ է օպտիկական լուսատվությունը, այնքան մեծ է ռենտգենյան լուսատվությունը, սակայն կան օբյեկտներ, որոնք տարբերվում են ընդհանուր օրինաչափությունից:

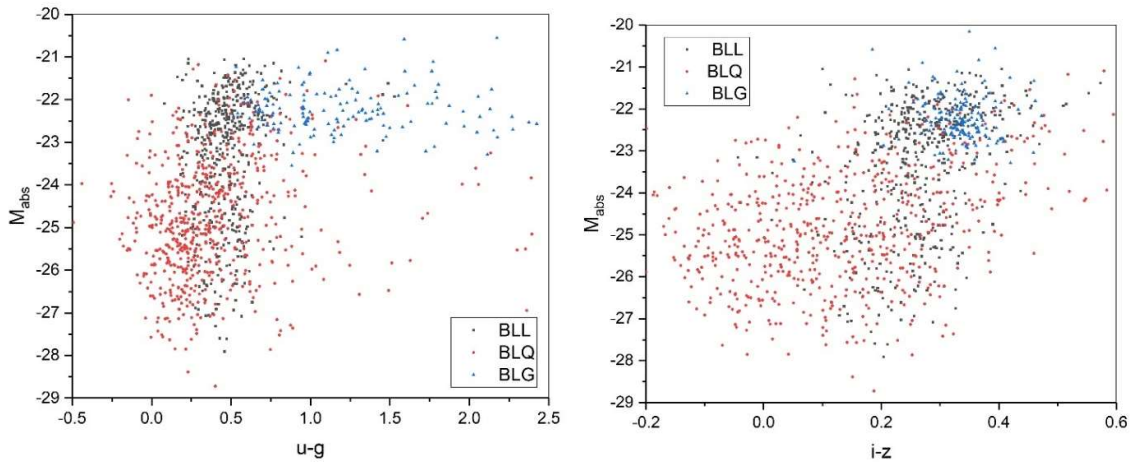
Նախկինում [19] -ի կողմից ստացվել է ոչ գծային կախվածություն ռենտգենյան և գերմանուշակագույն տիրույթների միջև, ինչը տեսանելի է նաև այստեղ՝ 412 ԱԳՄ-ի մեր փոքր ռենտգենյան ընտրանքում (BLL-ները բացառված են), բայց ռենտգենյան և օպտիկական տիրույթների միջև (պատկերված են լուսատվության լոգարիթմները): Հոժ գիծը ստացվել է փոքրագույն քառակուսիների եղանակով, և ցույց է տալիս  $L_x$ -ի տվյալների կապը  $L_r$ -ի տվյալների հետ՝  $0.86 \pm 0.04$  թեքության գործակցով և 0.75 կորելյացիայի գործակցով:



**Նկար 4.5.** Ռենտգենյան և օպտիկական տիրույթներում լուսատվությունների միջև կապը:

Գույն-մեծություն դիագրամներում տարբեր տեսակի բլազարները միջինում առանձնացված են միմյանցից, սակայն դրանց մի մասը խառնված են միմյանց հետ (Նկար 4.6): Նկարը ցույց է տալիս, որ BLG տիպի բլազարներն ավելի կարմիր են, քան

BLL և BLQ բլազարները: Իսկ BLL տիպի բլազարները բաշխված են ավելի կոմպակտ, քան մյուս ենթատեսակները:

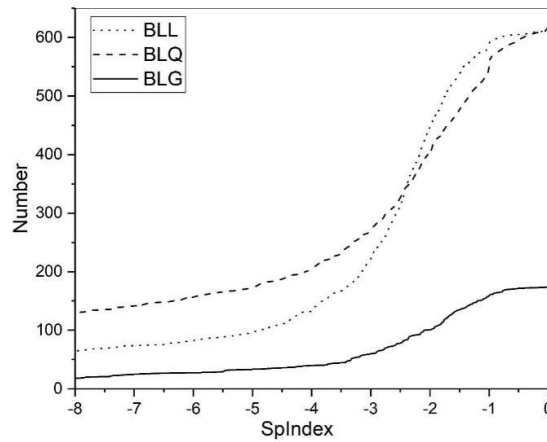


**Նկար 4.6.** SDSS գույն-մեծություն դիագրամները բլազարների համար:

#### 4.4.2. ՍՊԵԿՏՐՆԵՐ

Ակտիվ գալակտիկաները շատ հետաքրքիր օբյեկտներ են հանդիսանում Տիեզերքում: Դրանց որոշ ֆիզիկական հատկություններ հասկանալու համար, պետք է նաև պարզել, թե ինչ հատկություններ ունեն այս օբյեկտները ռենտգենյան տիրույթում: BZCAT կատալոգում ընդգրկվում են 1718 (48%) ակտիվ գալակտիկաներ, որոնք ունեն ռենտգենյան ճառագայթում՝ տարբեր էներգետիկ տիրույթներում: Օբյեկտների ռենտգենյան կարևոր հատկություններից մեկը, դրանց ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսներն են: Այն ցույց է տալիս սպեկտրների թեքությունը: Օգտագործելով մեծ քանակությամբ տվյալներ, կառուցվել են գրաֆիկ բոլոր օբյեկտների համար ( $\log[\text{Flux}]$  vs  $\log[\text{Hz}]$ ): Օգտագործելով  $\log[\text{Flux}]$  vs  $\log[\text{Hz}]$  կախվածության գրաֆիկը՝ յուրաքանչյուր աղբյուրի համար, կատարվել է գծային մոտարկումներ (fitting) «Origin» ծրագրի միջոցով [145], և դրա միջոցով չափվել են ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսները յուրաքանչյուր տեսակի աղբյուրի համար:





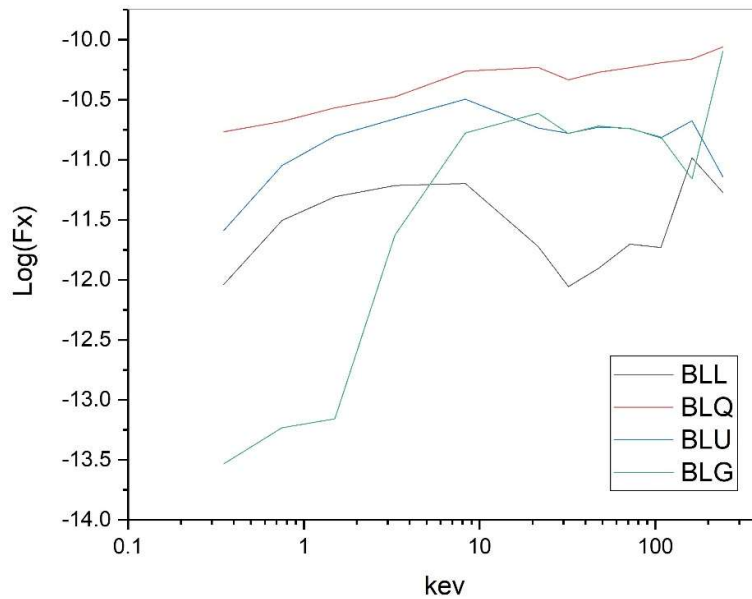
**Նկար 4.7.** Բլազարների սպեկտրային ինդեքսի բաշխումը ROSAT ռենտգենյան տիրույթում:

Նկար 4.7-ում բերված են ռենտգենյան միջին սպեկտրային ինդեքսները տարբեր տեսակի օբյեկտների համար: Պարզ է, որ BLQ-ները միջինում ունեն ավելի թեք ռենտգենյան սպեկտրներ, քան BLL-ները և BLG-ները (Աղյուսակ 4.7):

N	Տեսակ	Ռենտգ. Սպ.Ին.
1	BLL	-3.174
2	BLG	-3.069
3	BLQ	-3.642
4	BLU	-3.168

**Աղյուսակ 4.7.** Ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսի բաշխումը տարբեր տեսակի բլազարների համար:

Ունենալով ռենտգենյան հոսքերը կառուցվել են էներգիայի սպեկտրային բաշխումներ (SED) այն աղբյուրների համար, որոնց վերաբերյալ տվյալները հասանելի են էներգիայի բոլոր տիրույթներում (Նկար 4.8):



**Նկար 4.8.** Տարբեր տեսակի բլազարների սպեկտրային էներգիայի բաշխումը (SED):

Նկարը ցույց է տալիս, որ տարբեր տեսակի բլազարների SED-երը նման են և տարբերվում են միայն հոսքերի մեծությամբ: Ամենայն հավանականությամբ էներգիայի բաշխման տեսքը պայմանավորված է ճառագայթման երեք տիպերի վերադրումով՝ ~0.1-3ԿԷՎ սկավառակից եկող ճառագայթում, ~5-400ԿԷՎ Կոմպտոնյան ճառագայթման անդրադարձումն է սկավառակից, ~մի քանի տասնյակ կԷՎ-ից մինչև 200 կԷՎ տիրույթի համար պատասխանատու է հակադարձ Կոմպտոնյան ճառագայթումը [146]:

#### 4.5. Ամփոփում

Հետազոտության ընթացքում ուսումնասիրվել են հայտնի բլազարները (3561 բլազարներ), որոնցից 1709 (48%) ունեն ռենտգենյան ճառագայթում: Այս օբյեկտների համար հավաքագրվել են տվյալներ էլեկտրամագնիսական ալիքի ողջ տիրույթում: Արդյունքում ստեղծվել է ռենտգենյան բլազարների ամենամեծ բազմալիքային ընտրանքը:

Այս օբյեկտներն ի սկզբանե բաժանված էին չորս ենթատեսակների՝ BLL, BLQ, BLG և BLU: Աշխատանքում փորձ է արվում գտնել տարբերություններ այս ենթատիպերի օբյեկտների ֆիզիկական հատկությունների միջև:

Ընտրանքի բոլոր օբյեկտների համար հաշվարկվել են ռենտգենյան հոսքերը, լուսատվությունները և սպեկտրային ինդեքսները, ինչպես նաև օպտիկական հոսքերը, լուսատվությունը և բացարձակ աստղային մեծությունները:

Կարմիր շեղման բաշխումները ուսումնասիրելիս պարզվեց, որ ենթատիպերի բաշխումները ըստ միջին արժեքի առանձնանում են, որոշակիորեն վերածաձկելով միմյանց (BLL, BLQ և BLG ենթատիպերի միջին կարմիր շեղման արժեքը համապատասխանաբար՝ 0.98, 1.42, 0.22): Գրեթե նույն պատկերն է ստացվում լուսատվության և բացարձակ աստղային մեծությունն ուսումնասիրելիս (BLL, BLQ և BLG ենթատիպերի բացարձակ աստղային մեծության և լուսատվության միջին արժեքները համապատասխանաբար՝ -23.74 մ,  $6.78 \times 10^{38}$  Վտ; -24.78 մ,  $8.30 \times 10^{38}$  Վտ; -22.23 մ,  $7.49 \times 10^{37}$  Վտ): Պարզվում է, որ BLQ ենթատիպի օբյեկտները օպտիկական տիրույթում ավելի պայծառ են և էներգետիկական առումով ավելի հզոր, քան BLL և BLG օբյեկտները:

Ռենտգենյան տիրույթում պատկերը փոքր-ինչ այլ է (BLL, BLQ և BLG ենթատիպերի կոշտության գործակիցների և լուսատվության միջին արժեքները համապատասխանաբար՝ 0.061,  $1.52 \times 10^{38}$  Վտ; 0.193,  $6.94 \times 10^{37}$  Վտ; 0.309,  $1.11 \times 10^{37}$  Վտ) BLL ենթատիպի օբյեկտները ռենտգենյան տիրույթում ավելի պայծառ և էներգետիկորեն ավելի հզոր են, քան BLQ և BLG օբյեկտները: Լուսատվության բաշխման ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ այն թույլ լուսատվությունների կողմից եզերող կորը կարող է կապված լինել սարքավորման զգայնության հետ:

BLL-ի և BLQ-ի համար  $\log(L_x/L_r)$  հարաբերության բաշխումը ցույց է տալիս, որ BLL-ը և BLQ-ն ռենտգենյան տիրույթում ճառագայթում են մոտավորապես նույն քանակությամբ էներգիա, ինչ օպտիկական տիրույթում, բայց միջինում BLL-ի ճառագայթած էներգիան ավելի շատ է ռենտգենյան տիրույթում ( $\log(L_x/L_r)$  հարաբերության միջին արժեքը BLL-ի և BLQ-ի համար՝ համապատասխանաբար -

0.59, -1.00): Օպտիկական և ռենտգենյան լուսատվությունների բաշխվածության ուսումնասիրությունից պարզվում է, որ BLL-ները զբաղեցնում են որոշակի տիրույթ, և դրանք կարելի է որոշ չափով առանձնացնել այդ դիագրամի վրա, իսկ BLQ-ն և BLG-ն բաշխված են որոշակի գծային կորի երկայնքով  $\alpha=0.86 \pm 0.04$ :

Ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսները գրեթե նույնն են, բայց միջինում տարբերվում են (ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսների BLL, BLQ և BLG միջին արժեքը համապատասխանաբար՝ -3.174, -3.642, -3.069):

Գույն-մեծություն դիագրամներում BLG ենթատիպն ավելի կարմիր է, քան BLL-ը և BLQ-ն, իսկ BLL-ներն ավելի կոմպակտ են բաշխված, քան մյուս ենթատեսակները:

## 5. ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱՍՏՂԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԱՅԻՆ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

### 5.1. ՆԱԽԱԲԱՆ

Ռենտգենյան աղբյուրները նոր լրացուցիչ տվյալներ են տրամադրում օբյեկտների համապարփակ ուսումնասիրության համար, որոնք նախկինում հայտնի էին օպտիկական, գերմանուշակագույն, ենթակարմիր կամ ռադիո տիրույթներում, բայց դեռևս ունեն բացակայող բնութագրեր կամ ֆիզիկական հատկություններ, որոնք դեռ պետք է բացահայտել: ROSAT-ի կատալոգները պարունակում են հազարավոր հետաքրքիր օբյեկտներ, այդ թվում ԱԳՄ-ներ, ենթաթզուկներ, սպիտակ թզուկներ (WD), պայթյունային փոփոխականներ (CV), ածխածնային աստղեր (C) և այլն:

HRC/BHRC համատեղ կատալոգը ստեղծվել է HRC-ի և BHRC-ի միավորմամբ՝ ընդհանուր 8132 օբյեկտներով [97]: Երկու կատալոգների տվյալների միավորման հետ մեկտեղ ուղղվել են բազմաթիվ սխալներ և սխալ նույնացումներ՝ ստուգվել և ավելացվել են բազմաթիվ նորեր:

Այսպիսով, ամբողջ ընտրանքում առկա են 4253 ԱԳՄ-ներ և դրանց թեկնածուներ, 492 գալակտիկաներ, 1800 աստղեր և 1587 անհայտ օբյեկտներ: Այս աշխատանքում իրականացվել է այդ 1800 աստղերի որոշ նախնական ուսումնասիրություններ, ներառյալ սպեկտրադիտական դասակարգումը՝ հիմնված SDSS սպեկտրների վրա: 1800 «աստղերի» մեջ՝ ըստ մեր ցածր դիսպերսային դասակարգման, կան 919 պայծառ աստղեր (առանց ճշգրիտ սպեկտրային տիպի՝ HQS թիթեղների վրա պատկերների հագեցվածության պատճառով), 62 WD, 35 CV, 327 A, F, G աստղ, 310 K աստղ, և 147 M/C տիպի աստղերը, սրանք հարուստ նյութ են տալիս հետագա հետազոտությունների համար:

## 5.2 ԲԱԶՄԱԼԻՔԱՅԻՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐ

Խաչաձև նույնացումներ են արվել HRC/BHRC-ի համատեղ ընտրանքի աղբյուրների համար էլեկտրամագնիսական ալիքների ողջ տիրույթում՝ FERMI [87], INTEGRAL [65], GALEX [25], APM [76], USNO-B1.0 [83], GSC 2.3.2 [69], լուսաչափական և սպեկտրադիտական SDSS DR7-18 DR16 [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14], 2MASS [35], WISE [36, 37], AKARI IRC [62], IRAS PSC և FSC [60, 85], AKARI FIS [62], NVSS [33] և FIRST [55], ինչպես նաև QSO և AGN կատալոգ, տարբերակ 13 (VCV-13, [122]), Roma Blazer Catalog (BZCAT; [74] Massaro 2015), սպիտակ թզուկների կատալոգներ [64, 77, 78] և պայթյունային փոփոխականներ [107] : Այս ԲԱ տվյալները թույլ են տալիս լիովին հասկանալ այս օբյեկտների բնույթը, ինչպես նաև վերլուծել դրանց գույն-մեծություն և գույն-գույն դիագրամները:

Աղյուսակ 5.1-ում ներկայացված է ԲԱ կատալոգների ցանկը դրանցում նույնացված օբյեկտների թվով, ինչպես նաև լուսաչափական լուսազտիչներով, որոնք կարող են օգտագործվել հետագա ԲԱ ուսումնասիրությունների համար:

Կատալոգ	Փնտրման շառավիղ (arcsecond)	Աստղ	Դիապազոն
Fermi	600	17	0.1-0.5, 0.3-1, 1–3, 3-10, 10–100 GeV
INTEGRAL	600	1	10, 30, 60 keV
ROSAT BSC/FSC	40	1800	0.07-2.4 keV
GALEX	3	918	FUV 1528Å, NUV 2271Å
APM	4	1387	b 4050, r 6452
USNO-B 1.0	4	1788	B 4050/4680, R 6452, I 8060
GSC 2.3.2	4	1800	bj 4680, F 5452, N 8060
SDSS photo	2	1429	u 3551, g 4586, r 6165, i 7481, z 8931
SDSS spectro	2	433	3800–9200 (3500-10500) Å
2MASS	2	1585	J 1.24, H 1.66, Ks 2.16 mm
WISE	2	1485	W1 3.4, W2 4.6, W3 11.6, W4 22 mm
AKARI IRC	10	171	9, 18 mm
IRAS PSC/FSC	60	102	12, 25, 60, 100 mm
AKARI FIS	5	0	65, 90, 140, 160 mm
NVSS	10	9	21 cm (1.4 GHz)
FIRST	3	6	21 cm (1.4 GHz)

WDs	60	53	Spectral types, optical photometry, etc.
SDSS WDs	2	13	Sp types, SDSS photometry, PM, etc.
CVs	60	52	Spectral types, optical photometry, etc.
Total	--	1800	--

**Աղյուսակ 5.1.** Համատեղ HRC/BHRC կատալոգի ռենտգենյան աղբյուրների բազմալիքային տվյալներ:

### 5.3. ՀԱՄԱԿՑՎԱԾ HRC/BHRC ԱՍՏՂԵՐԻ ԸՆՏՐԱՆՔԸ

Ընտրանքի 1800 օբյեկտներից, 44-ը պայծառ աստղ են (գերլուսակալված պատկերներ, որոնք թույլ չեն տալիս աստղերի դասակարգում), 61 WD, 35 CV, 4 B դասի աստղ, 3 BA դասի աստղ, 23 A տիպ դասի աստղ, 30 AF դասի աստղ, 100 F դասի աստղ, 327 FG դասի աստղ, 145 G դասի աստղ, 34 GK դասի աստղ, 386 K դասի աստղ, 22 KM դասի աստղ, 223 M դասի աստղ, 1 C աստղ (ածխածնային), 73 չափազանց կապույտ թզուկ օբյեկտներ (սպիտակ թզուկների, կատակլիզմիկ փոփոխականների կամ ԱԳՄ-ների թեկնածուներ), 55 կապույտ թզուկ օբյեկտներ (սպիտակ թզուկների, կատակլիզմիկ փոփոխականների կամ ԱԳՄ-ների թեկնածուներ), 152 կարմիր թզուկ օբյեկտներ (ուշ տիպի աստղերի թեկնածուներ), 1 մոլորակային միգամածություն (PN) և 5 առանց որևէ դասակարգման օբյեկտ, ինչպես նաև 58 սխալ դասակարգված օբյեկտներ (42 քվազար, 10 ԱԳՄ և 6 կապույտ գալակտիկա՝ ամենայն հավանականությամբ ԱԳՄ-ներ): Մյուս օբյեկտները դասակարգում չունեն և հայտնվել են «աստղերի» ընտրանքում՝ իրենց աստղային պատկերների պատճառով:

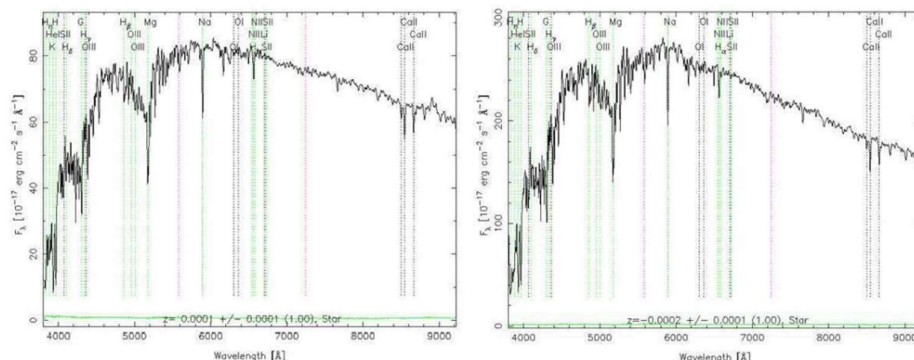
Բոլոր 1800 աստղերը գտնվել են GSC 2.3.2-ում, ինչպես նաև դրանց մեծ մասը գտնվել է GALEX (918), APM (1387), USNO-B1.0 (1788), 2MASS (1585) և WISE (1485) կատալոգներում: Որոշ WD-ներ և CV-ներ հայտնաբերվել են նաև գամմա տիրույթում: 102 աստղ հայտնաբերել է IRAS-ում (պայծառ և ուշ տիպի): Բացի այդ, 1429-ը գտնվում են SDSS-ի տիրույթում, իսկ 433-ն ունեն SDSS սպեկտրներ: Այս աստղերի համար

կատարվել է դրանց սպեկտրային դասակարգումը, և պայծառ աստղերի հետ մեկտեղ, հայտնաբերվել են բազմաթիվ նոր CV-ներ, WD-ներ և ուշ տիպի աստղեր (K-M և C):

Բոլոր աստղերի համար իրականացվել է բազմալիքային հատկությունների վիճակագրական ուսումնասիրություններ: Փորձ է արվել նաև գտնել տարբեր տիպի օբյեկտների տարբեր տիրույթներում ճառագայթային հոսքերի միջև կապը, ինչպես նաև բացահայտել դրանց հատկությունները: Հետագա ենթաբաժիններում յուրաքանչյուր աստղային ենթատիպի համառոտ նկարագրությունը և SDSS սպեկտրների օրինակներ:

### 5.3.1. ՊԱՅԾԱՌ F, G ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐ

Նույնականացման ընթացքում բացահայտվել են շատ պայծառ F, G աստղեր, որոնք չեն հանդիսանում ռենտգենյան ճառագայթման ուժեղ աղբյուրներ, բայց հայտնվել են ROSAT-ում իրենց պայծառության շնորհիվ, քանզի ROSAT-ը գրանցում է շատ պայծառ աստղեր՝ առանց որևէ յուրահատկության: Կարևոր խնդիր է գնահատել սահմանային մեծությունն յուրաքանչյուր գունային ցուցչի համար՝ ROSAT-ում գրանցման սահմանային կորը գտնելու համար: Նկար 5.1-ում ներկայացված է SDSS սպեկտրների միջոցով դասակարգված պայծառ F, G տիպի աստղերի 2 օրինակ: Նրանց սպեկտրները բնութագրվում են ուժեղ Mg, Na և Բալմերյան կլանման գծերով:



**Նկար 5.1.** Պայծառ F, G աստղերի երկու օրինակ, որոնք դասակարգված են SDSS սպեկտրների միջոցով:



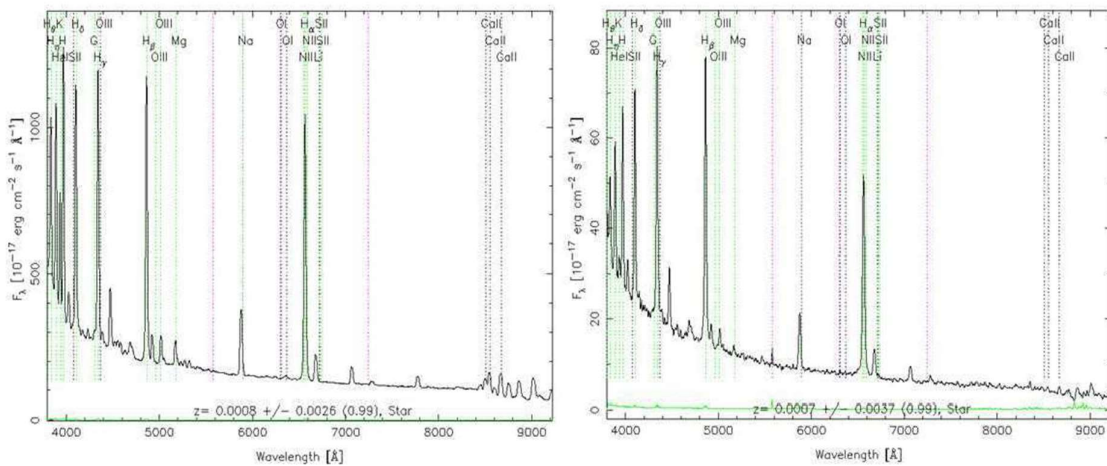
### 5.3.2. ԿԱՏԱԿԼԻԶՄԻԿ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՆԵՐ և ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԿՐԿՆԱԿԻ ԱՍՏՂԵՐ

Կատակլիզմիկ փոփոխականները (CV) ունեն մի շարք ենթատիպեր, այդ թվում՝ դասական Նոր (N), կրկնվող Նոր (Nr), Թզուկ Նոր (DN), Նորանման (NL), Պոլյարներ (AM Her), և այլն:

Կատակլիզմիկ փոփոխականները (CV) կամ կատակլիզմիկ կրկնակիները (CB) ռենտգենյան ճառագայթման ամենահզոր աղբյուրներից են: Սրանք ծայրահեղ փափուկ ռենտգենյան աղբյուրներ են: CV-ները կրկնակի համակարգեր են, որոնց գլխավոր բաղադրիչը՝ WD կամ ենթաթզուկ է, իսկ երկրորդական բաղադրիչը՝ հիմնական հաջորդականության ցածր զանգվածի նորմալ աստղ (հիմնականում K կամ M տիպի): Բաղադրիչները այնքան մոտ են միմյանց, որ սպիտակ թզուկի ձգողականության հետևանքով երկրորդային աստղից նյութը հոսում է դեպի սպիտակ թզուկ :

Սրանց տեսակների առավել համապարփակ ցանկը տրված է Cataclysmic Binaries, LMXBs, and related objects կատալոգում [107, [B/cb \(VizieR 2017\)](#)]: Կատալոգը պարունակում է CV-ների 35 տեսակ և ենթատեսակ:

Ելնելով ցածր դիսպերսիոն HQS սպեկտրից՝ 18-ը դասակարգվել են որպես CV, և դրանցից 14-ն հաստատվեցին: Մեր ընտրանքի 34 օբյեկտներից, որոնք օգտագործելով SDSS սպեկտրները դասակարգվել են որպես CV, կարծես նոր են, և բացակայում են կատալոգում [107, [B/cb \(VizieR 2017\)](#)]: Նկար 5.2-ում բերված է SDSS սպեկտրների միջոցով դասակարգված CV-ների սպեկտրի երկու օրինակ: Նրանց սպեկտրները բնութագրվում են ինտենսիվ Բալմերյան, իսկ երբեմն էլ Hel և Hell առաքման գծերով:

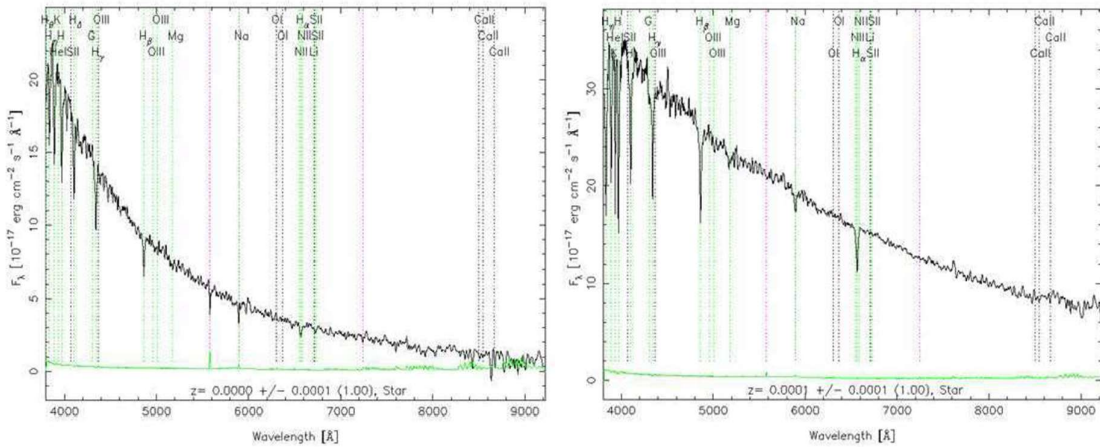


**Նկար 5.2.** Կատակլիզմիկ փոփոխականի (CV) երկու օրինակ՝ դասակարգված SDSS սպեկտրների միջոցով:

### 5.3.3. ՍՊԻՏԱԿ ԹՁՈՒԿՆԵՐ

Սպիտակ թզուկները (WD), NS և BH-ները ներկայացնում են աստղերի էվոլյուցիայի վերջին փուլերը: Սրանք աստղեր են (WD), որոնք կազմված են էլեկտրոնային այլասերված գազից և հաճախ կոչվում են այլասերված թզուկներ: Նրանց զանգվածը մոտ է Արեգակի զանգվածին, իսկ չափերը մոտ են Երկրի չափերին, հետևաբար նրանք ունեն մեծ խտություններ: Սպիտակ թզուկները շատ թույլ են՝ նրանք ճառագայթում են կուտակված ջերմային էներգիան: Սակայն վաղ փուլերում դրանք շատ տաք են և ճառագայթում են ռենտգենյան տիրույթում: Համաձայն տեսության Գալակտիկայի աստղերի 97% կվերածվեն սպիտակ թզուկների՝ քանի որ նրանց զանգվածը բավարար չէ պայթելու որպես Գերնոր աստղեր: WD ունեն հզոր մագնիսական դաշտեր՝ մինչև 100 միլիոն Գաուս (100 Տեսլա), և դրանց մոտ 10%-ը՝ մագնիսական WD-ները, ունեն 100–100000 Տեսլա մագնիսական դաշտեր (համեմատության համար նշենք, որ Երկրի մագնիսական դաշտը տատանվում է 30–60 միկրոտեսլայի սահմաններում):

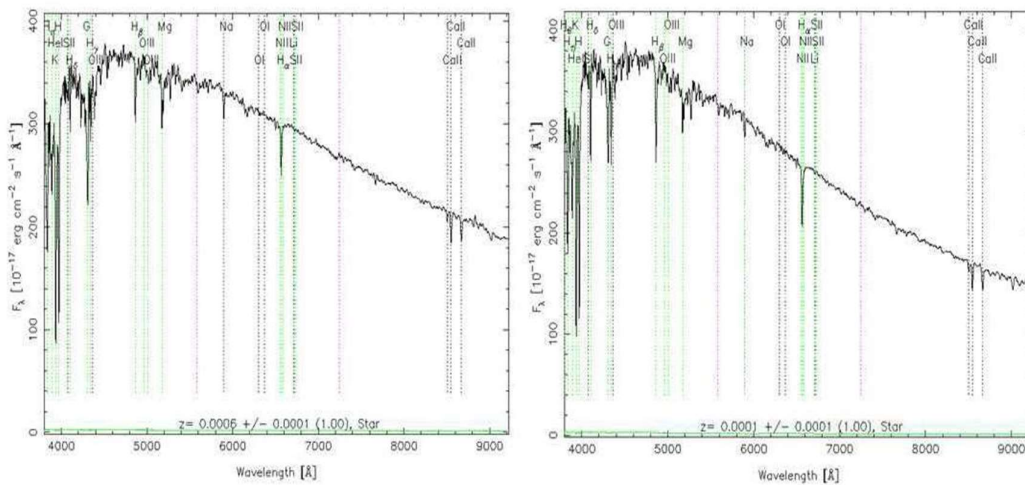
Սպիտակ թզուկների ամենաընդգրկուն կատալոգներն են սպեկտրադիտական եղանակով նույնացված սպիտակ թզուկների կատալոգը [78] և SDSS DR7-ի սպիտակ թզուկների կատալոգը [64]: Նրանց օպտիկական սպեկտրները հիմնականում ցույց են տալիս Բալմերի կլանման լայն գծեր և երբեմն HeI և/կամ HeII գծեր (Նկար 5.3):



**Նկար 5.3.** Սպիտակ թզուկների (WD) երկու օրինակ, որոնք դասակարգված են SDSS սպեկտրների միջոցով:

### 5.3.4. ՎԱՂ ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐ

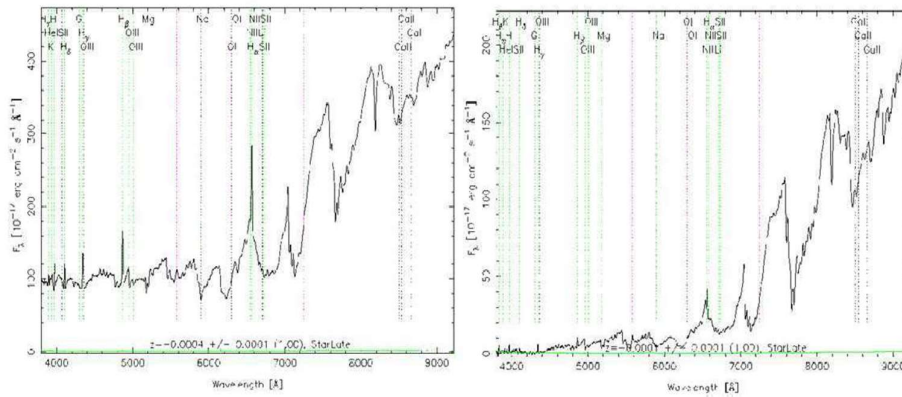
Տաք ենթաթզուկ աստղերից մի մասը հանդիսանում են ռենտգենյան ճառագայթների աղբյուրներ, քանի որ նրանք ունեն մակերևույթի բարձր ջերմաստիճան և ուժեղ մագնիսական դաշտեր: Վաղ տիպի աստղերի մեջ են նաև OB սպեկտրալ տիպի աստղեր, և հորիզոնական ճյուղի B աստղերը (HBB): Նկար 5.4-ը ցույց է տալիս ռենտգենյան վաղ աստղերի երկու օրինակ՝ հնարավոր HBB (ձախ վահանակ) և sdB ենթաթզուկ (աջ վահանակ):



**Նկար 5.4.** Վաղ տիպի աստղերի երկու օրինակ, որոնք դասակարգված են SDSS սպեկտրների միջոցով:

### 5.3.5. ՋԵՐՄ ՊՍԱԿՈՎ ԱՍՏՂԵՐ

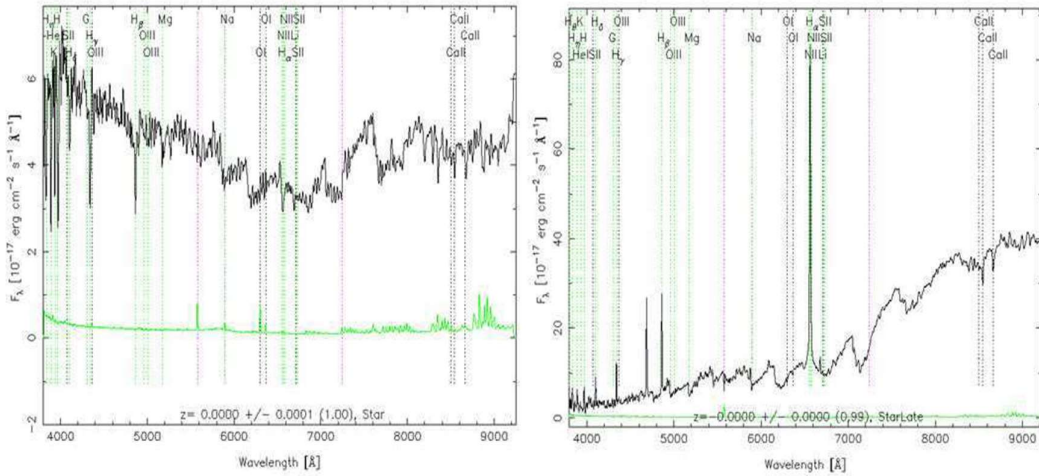
Կան աստղեր, որոնք ունեն պսակներ կամ պսակային թաղանթներ, որոնց պսակների տաքացումը բացատրվում է՝ ինչպես Արեգակի դեպքում, մագնիսական դաշտերով և կապված է նաև նրանց պտտման պարբերության հետ: Որպես կանոն, գլխավոր հաջորդականության պսակային աստղերը ուշ A կամ վաղ F տիպի աստղեր են: Նկար 5.5-ը ցույց է տալիս ջերմ պսակային A, F աստղերի երկու օրինակ, որոնք դասակարգված են SDSS սպեկտրների միջոցով: Նրանց սպեկտրները բնութագրվում են խորը Բալմերյան և այլ կլանման գծերով, G շերտով և հատկապես խորը Ca, H և K դուբլետներով՝ գերմանուշակագույն ճառագայթման տիրույթում:



**Նկար 5.5.** SDSS սպեկտրների նիջոցով դասակարգված ջերմ պսակով աստղերի երկու օրինակ:

### 5.3.6. ՌԻՇ ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐ

Ռենտգենյան աստղերի մեջ կան նաև բազմաթիվ K-M տիպի «ծովահեններ» [59]: Գտնվելով էվոլյուցիոն ուշ փուլերում, նրանց արտաքին շերտերն լայնանում են, և այս լայնացած պսակները կարող են հզոր ռենտգենյան ճառագայթումներ առաջացնել: M թզուկները, որպես կանոն, M5 ենթատեսակի և ավելի ուշ տիպի աստղեր են, որոնց ներքին շերտերը զգալիորեն փոխվում են: Նրանք դառնում են ամբողջովին կոնվեկտիվ: Մակերևութային մագնիսական հոսքերը և տոպոլոգիան պսակային մագնիսական դաշտերում փոխվում են՝ առաջացնելով ռենտգենյան ճառագայթման հատկությունների փոփոխություններ: Նրանց օպտիկական սպեկտրները բնութագրվում են ջրածնի Բալմերյան առաքման գծերով, ինչպես նաև TiO, CaH և MgH մոլեկուլային ինտենսիվ կլանման շերտերով (Նկար 5.6): CaII H, K և HI առաքման գծերի ինտենսիվությունը գունալորտի ակտիվության մակարդակի լավ ցուցանիշ է [103]:

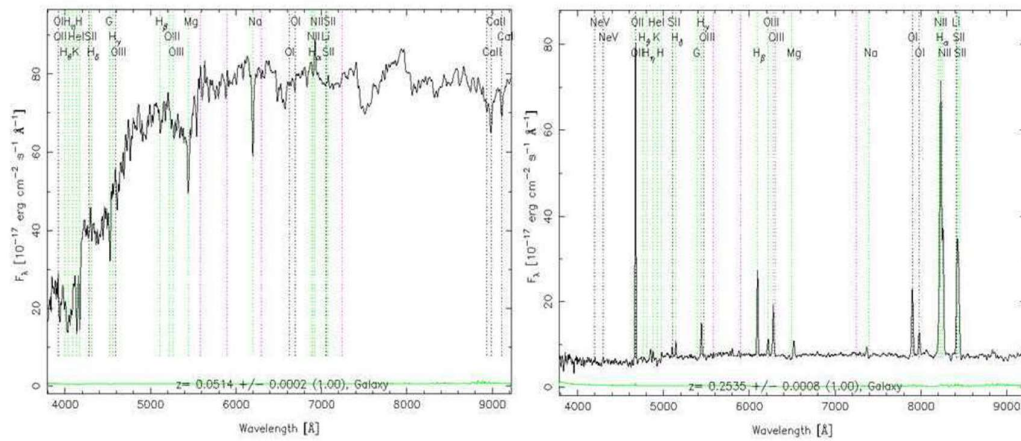


**Նկար 5.6.** SDSS սպեկտրների միջոցով դասակարգված ուշ տիպի աստղերի երկու օրինակ՝ (ձախ վահանակ) K տիպի աստղ, և (աջ վահանակ) M տիպի աստղ:

Դրանց մեջ հաճախ հանդիպում են բռնկվող աստղեր, որոնց պայծառությունը բռնկման փուլում մի քանի անգամ աճում է: Նրանք նման են արեգակնային բռնկումներին, բայց մի քանի կարգով ավելի հզոր են: Այս աստղերի ռենտգենյան հոսքերը առաջանում են գունդորտում և պսակում, որտեղ դինամոյի գործողության արդյունքում առաջացած մագնիսական էներգիան ցրվում է [75]:

### 5.3.7. ԲԱՂԱԴՐՅԱԼ ՍՊԵԿՏՐՆԵՐՈՎ ՕՐՅԵԿՏՆԵՐ

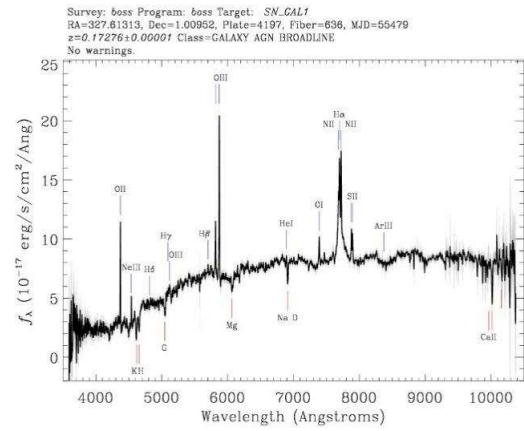
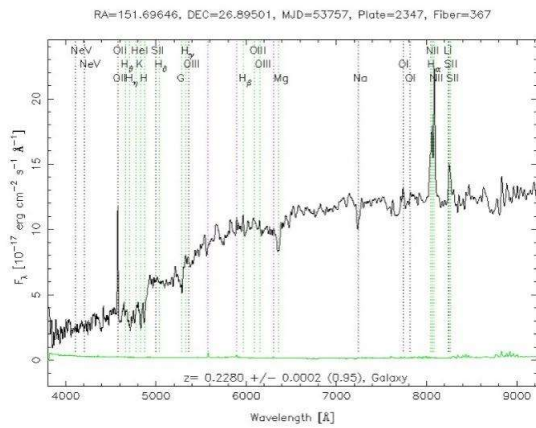
Մեր ընտրանքի ռենտգենյան աստղերի թեկնածուների թվում կան նաև բաղադրյալ սպեկտրով օբյեկտներ, որոնք հանդիսանում են տարբեր սպեկտրային դասերի աստղերի համախմբություն: Այս տիպի օբյեկտների թիվը ընդհամենը 2-ն են: Նկար 5.7-ը ցույց է տալիս SDSS սպեկտրների միջոցով դասակարգված բաղադրյալ սպեկտրներով օբյեկտների երկու օրինակ՝ վաղ և ուշ տիպի աստղերի միավորում (ձախից) և առաքման գծերով սպեկտրի միավորում ուշ տիպի աստղի (K) մոլեկուլային շերտերի հետ:



**Նկար 5.7.** SDSS սպեկտրների միջոցով դասակարգված բաղադրյալ սպեկտրով օբյեկտների երկու օրինակ:

### 5.3.8. ՍԽԱԼ ԴԱՍԱԿԱՐԳՎԱԾ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐ

Օբյեկտիվ պրիզմայի ստացված շրջահայությունների օբյեկտների դասակարգումը կարող է հանգեցնել որոշ սխալների, քանի որ ցածր դիսպերսային սպեկտրներում կարելի է տեսնել միայն ամենաակնառու հատկանիշները: Համեմատելով մեր դասակարգումը նոր տվյալների հետ՝ հայտնաբերվեցին մի շարք արտագալակտիկական օբյեկտներ, որոնք սխալմամբ հայտնվել են աստղերի ընտրանքում: Այս սխալ դասակարգված օբյեկտները գալակտիկաներ և քվազարներ են: Նկար 5.8-ում պատկերված է գալակտիկաների երկու օրինակ (կլանման և առաքման գծերով), որոնք դասակարգված են SDSS-ի միջոցով: Այս ենթաընտրանքը բավական հետաքրքիր է և կուսումնասիրվի մեկ այլ աշխատանքի շրջանակներում:



**Նկար 5.8.** Գալակտիկաների երկու օրինակ (կլանման և առաքման գծերով), որոնք դասակարգված են SDSS-ի միջոցով:

#### 5.4. ԱՍՏՂԵՐԻ ԿԱԶՄԻ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ինչպես արդեն նշվեց, աստղերի ընտրանքի 1800 օբյեկտներից 433-ն ունեն SDSS սպեկտրներ, որոնք դասակարգվել են առանձնացնելով 9 ենթատեսակ (Աղյուսակ 5.2):

Միսալ դասակարգված մեծ թվով օբյեկտներն հիմնականում թույլ աստղային մեծության հետևանք է, և նույնիսկ SDSS-ի սպեկտրների հիման վրա դժվար է դրանց ճշգրիտ դասակարգում կատարել: Միսալ դասակարգված օբյեկտները՝ հավասարաչափ բաշխված են աստղերի ուշ տեսակների միջև:

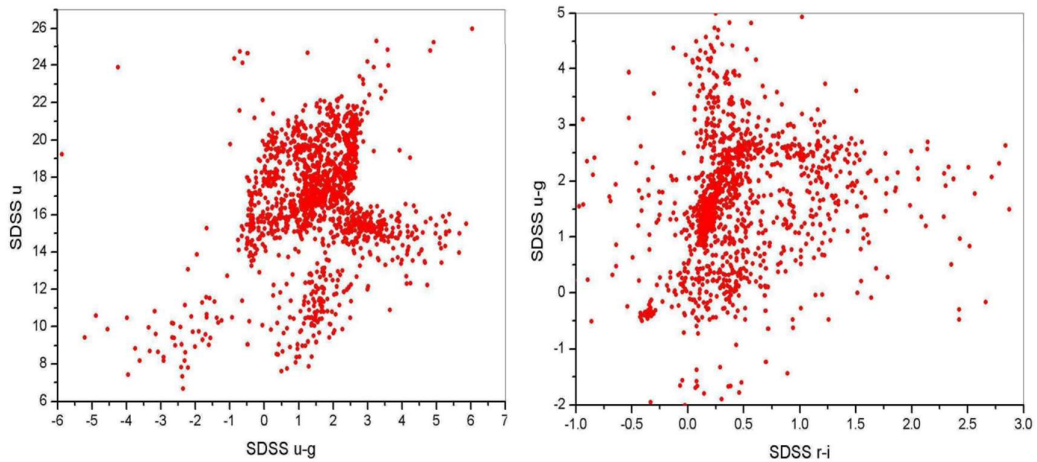


Տիպը	Քանակ	Տոկոս (%)
---	---	---
Պայծառ աստղեր	17	3.93
Կատակլիզմիկ փոփոխականներ	34	7.85
Սպիտակ թզուկներ	19	4.39
Վաղ տիպի աստղեր	16	3.70
Ջերմ պսակով աստղեր	40	9.24
Ուշ տիպի աստղեր	19	4.39
Բաղադրյալ սպեկտրով օբյեկտներ	2	0.46
ԱԳՄ-ներ (Առաքման գծերով գալակտիկաներ)	75	17.32
Կլանաման գծերով գալակտիկաներ	211	48.73
Ամբողջը	433	100.00

**Աղյուսակ 5.2.** Աստղերի տիպերի և չդասակարգված օբյեկտների բաշխումը՝ HRC/BHRC աստղերի ընտրանքից:

Քանի որ ոչ բոլոր աստղերն ունեն SDSS (կամ որևէ այլ) սպեկտրային դասակարգում, կատարվել է վիճակագրական վերլուծություն (տարբեր տվյալների գրաֆիկական բաշխում)՝ պարզելու ROSAT կատալոգի աստղային կազմի հատկությունները: Նման դիագրամները բավականին արդյունավետ են որոշ տեսակի օբյեկտների տարբերակման համար: Ամենարդյունավետ (և առավել ճշգրիտ) տվյալները, որոնք տալիս են համապատասխան արդյունքներ, SDSS-ից, 2MASS-ից և WISE-ից ստացված լուսաչափական տվյալներն են: Նկար 5.9-ում բերված է նման գրաֆիկական բաշխման միայն երկու օրինակ, այն է՝ SDSS u-ց ընդդեմ u գույն – մեծություն դիագրամը (ձախ վահանակ) և SDSS r-i ընդդեմ u-ց գույն – գույն

դիագրամը (աջ վահանակ): Այս գրաֆիկները թույլ կտան ուսումնասիրել աստղերի ամբողջ կազմը (տարբեր տեսակի աստղերը իրարից տարբերակելու համար):



**Նկար 5.9.** SDSS u-g ընդդեմ u գույն - մեծություն դիագրամը (ձախ վահանակ) և SDSS r-i ընդդեմ u-g գունային դիագրամ (աջ վահանակ) HRC-BHRC աստղերի համար, որոնք ցույց են տալիս տարբեր կուտակումներ տարբեր տեսակների համար:

## 5.5. ԱՄՓՈՓՈՒՄ և ԱՊԱԳԱ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Միավորելով HRC-ի և BHRC-ի ընտրանքները՝ կատարելով լրացումներ և ուղղումներ, կազմվել է HRC/BHRC ROSAT միասնական կատալոգը՝ ունենալով 8132 օբյեկտ, ներառյալ 4253 ԱԳՄ-ներ և թեկնածուներ, 492 գալակտիկաներ, 1800 աստղեր և 1587 սպեկտրադիտական չբացահայտված օբյեկտներ: 1800 ռենտգենյան աստղերը ընդգրկում են պայծառ աստղեր, սպիտակ թզուկների, կատակլիզմիկ փոփոխականներ, վաղ տիպի աստղեր, ջերմ պսակային աստղեր, ուշ տիպի աստղեր և սխալ դասակարգված օբյեկտներ (ԱԳՄ-ներ և գալակտիկաներ): Հավաքվել են հասանելի ԲԱ տվյալները այս բոլոր օբյեկտների համար՝ գամմա ճառագայթներից մինչև ռադիոճառագայթում, և կառուցվել են տարբեր դիագրամներ՝ դրանց ֆիզիկական հատկությունները ուսումնասիրելու համար: Աստղերը մեծապես տարբերվում են իրենց ռենտգենյան հատկություններով (կոշտության գործակիցներ,

$F_x/F_{opt}$  և  $F_x/F_{NIR}$ ) ԱԳՄ-ներից և գալակտիկաներից, թեև կատակլիզմիկ փոփոխականներն ու սպիտակ թզուկներն ունեն ԱԳՄ-ներն նման հատկություններ: Աստղերի ընտրանքի 433 օբյեկտներ ունեն SDSS սպեկտրներ, ինչը թույլ տվեց սպեկտրադիտական եղանակով դասակարգել դրանք: Ամփոփելով՝ հայտնաբերվեցին մի շարք նոր օբյեկտներ, թեև հայտնաբերվեցին նաև բազմաթիվ սխալ դասակարգված գալակտիկաներ, որոնք հայտնվել էին աստղերի ընտրանքում: Ռենտգենյան աստղերը ենթակա են հետագա ուսումնասիրության՝ պետք է հետազոտել դրանց ֆիզիկական բնութագրերը և համեմատել դրանք ուժեղ ռենտգենյան ճառագայթում չունեցող աստղերի հետ:

Այս աշխատանքը նշանավորվում է ռենտգենյան աստղերի ուսումնասիրության նախագծի սկիզբը, որն կիրականացվի ԲԱ-ում: Այն ընդգրկում է օբյեկտների ընտրություն, կատալոգավորում, սպեկտրային դասակարգում, բազմալիքային ուսումնասիրություններ և օբյեկտների վիճակագրական վերլուծություն: Հետագա ծրագրերն ու ապագա առաջադրանքները ներառում են՝ ROSAT BSC/FSC աստղային կազմի գնահատում, ROSAT BSC/FSC աստղային ընտրանքի վիճակագրական ուսումնասիրություն, նոր հայտնաբերված աստղերի մանրակրկիտ սպեկտրադիտական ուսումնասիրություն և որոշ տեսակ օբյեկտների մասնագիտացված հետազոտություններ (փոփոխական և անկայուն աստղերի փոփոխականության ուսումնասիրություն, սպիտակ թզուկների բևեռացում, ուշ տիպի աստղերի փոփոխականություն և ուսումնասիրություն ենթակարմիր տիրույթում և այլն): Այս արդյունքները կհրապարակվեն մեր հետագա աշխատանքներում:

## 6. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՄՓՈՓՈՒՄ ԵՎ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Ատենախոսությունը վերաբերում է ակտիվ միջուկով գալակտիկականների ռենտգենյան հատկություններին, ինչպես նաև մի փոքր ենթազույգ նվիրված է այդ աշխատանքների ընթացքում ստացված աստղերին: Ատենախոսության հիմքում ընկած են տարբեր ժամանակներում տպագրված ինը հոդված, որոնք տպագրվել են արտասահմանյան և տեղական հայտնի ամսագրերում՝

- «Catalog of X-Ray Active Galactic Nuclei Based on ROSAT BSC and FSC Sources», Astrophysics (գլուխ 2) [97] :
- «Multiwavelength studies of X-ray selected extragalactic sample», Astronomical and Astrophysical Transactions (գլուխ 2, 3) [80] :
- «Multiwavelength Studies of X-ray Selected AGN», Astronomical Society of the Pacific Conference Series (գլուխ 2, 3) [94] :
- «Activity types of galaxies selected from HRC/BHRC sample», Astrophysics (գլուխ 3) [95] :
- «Activity Types of Galaxies Selected from an HRC/BHRC Sample. II», Astrophysics (գլուխ 3) [96] :
- «X-ray AGN activity classes based on SDSS spectra», ComBAO (գլուխ 3) [99] :
- «Study of the X-ray properties of radio sources, based on NVSS catalogue», ComBAO (գլուխ 3) [98] :
- «X-ray properties of blazars», Astrophysics (գլուխ 4) [100] :
- «The nature of X-ray selected star candidates», Astronomical and Astrophysical Transactions (գլուխ 5) [81] :

Խնդրի նպատակն է եղել հասկանալ, թե ինչպիսի բազմալիքային հատկություններով են օժտված ռենտգենյան ԱԳՄ-ները և դրանց տարբեր տարատեսակները: Կան կատարված բազմաթիվ աշխատանքներ, որտեղ ուսումնասիրվում են ռենտգենյան ԱԳՄ-ները, բայց չկան հստակ դուրս բերված այն հատկությունները, որոնց հիման վրա կարելի է առանձնացնել դրանք: Մասնավորապես, այդպիսի հատկություններից մեկը հանդիսանում է ակտիվ միջուկով գալակտիկաների ռենտգենյան և օպտիկական տիրույթներում լուսատվությունների հարաբերությունները: Սակայն մինչ այժմ չկա

հստակ վերլուծություն, թե ամենաքիչն ինչքան պետք է լինի այդ հարաբերությունը, որպեսզի այդ աղբյուրը համարենք ակտիվ միջուկով գալակտիկա: Ատենախոսության մեջ անդրադարձ է եղել այդ հարցերին՝ ունենալով տարբեր մեթոդներով առանձնացված ակտիվ միջուկով գալակտիկաներ, փորձվել է ի հայտ բերել մի շարք հատկություններ, որոնք հիմք կհանդիսանան ակտիվ միջուկով գալակտիկաների բնորոշման և նոր ԱԳՄ-ների թեկնածուների հայտնաբերման համար:

**Գլուխ 2 [80, 94, 97]:** Մինչ ԱԳՄ-ների ուսումնասիրությունը, անհրաժեշտ է ունենալ հավաստի ընտրված աղբյուրներ, որոնց բազմալիքային ընտրանքի կազմավորման համար անհրաժեշտ է կատարել ճշգրիտ նույնացումներ: Դրա համար, ինչպես մանրամասն նկարագրված է գլուխ 2-ում, օգտագործվել է մի մեթոդ, ըստ որի հաշվի առնելով յուրաքանչյուր աղբյուրի կոորդինատը ընտրվել են այն նույնացումները որոնք գտնվում են  $3\sigma$  շրջանակում: Արդյունքում ստեղծվել է ռենտգենյան ԱԳՄ-ների բազմալիքային ընտրանք, որն ընդգրկում է ողջ հյուսիսային երկինքը բարձր գալակտիկական լայնություններում  $\delta \geq 0^\circ$ ,  $|b| \geq 20^\circ$ , և պարունակում է 4253 ռենտգենյան ԱԳՄ-ների թեկնածուներ, որոնք նույնացված են էլեկտրամագնիսական ողջ սպեկտրով: Այս պահի դրությամբ այն հանդիսանում է ռենտգենյան աղբյուրների հետ ԱԳՄ-ների նույնացված ամենամեծ ընտրանքը (տպագրվել է էլեկտրոնային տարբերակով և ազատ հասանելի է): Օգտվելով տարբեր աշխատանքներից, պարզվել է, որ դրանցից 3369 սպեկտրադիտական եղանակով հաստատված են որպես ԱԳՄ-ներ, իսկ 884 հանդիսանում են ԱԳՄ-ի թեկնածու (սպեկտրային հետազոտություններ արված չեն): Հաստատված ԱԳՄ-ների մանրակրկիտ հետազոտությունները թույլ տվեցին գտնել դիագրամներ, որոնց միջոցով կարելի է առանձնացնել ԱԳՄ-ները գալակտիկաներից և աստղերից, այսպիսով հնարավորություն տալով գտնելու նոր ԱԳՄ-ների թեկնածուներ: Ավելի մարմանս արդյունքները ներկայացված են գլուխ 2-ի 2.6 բաժնում (էջ 42):

**Գլուխ 3 [80, 94, 95, 96, 98, 99]:**

1. Նախորդ գլխում քննարկված ընտրանքում 884 ԱԳՄ-ների թեկնածուների համար կատարվել է սպեկտրադիտական հետազոտություններ, նպատակ ունենալով հաստատելու դրանց ԱԳՄ լինելը, և պարզելու դրանց տիպը և ակտիվության դասը: Այս օբյեկտների համար փորձ է արվել հավաքագրել դրանց սպեկտրները

SDSS բազայից: Մեր օբյեկտներից 371-ի համար է հաջողվել գտնել սպեկտր: Կատարվել է սպեկտրի դասակարգում ինչպես դիագնոստիկ դիագրամների միջոցով, այնպես էլ սպեկտրների մանրամասն մշակմամբ, որը թույլ է տվել կատարել նուրբ դասակարգում և տալ ակտիվության ենթադասեր (յուրաքանչյուր օբյեկտի համար օգտագործվել է մոտ 10 սպեկտրային գծի տվյալներ, ենթադասերը ճշգրիտ առանձնացնելու համար): Այս դասակարգումը թույլ է տվել հաստատել նոր ԱԳՄ-ներ և տալ դրանց դասերը, որոնք մինչ այժմ կատարված չէին ուրիշ հեղինակների կողմից: Բացի այդ՝ օգտագործելով ռենտգեն-օպտիկական դիագրամը, առաջադրել ենք 80 թաքնված ԱԳՄ-ների թեկնածուներ, որոնց հետազոտման համար ապագայում կփորձենք ստանալ դրանց բարձր որակի սպեկտրները:

2. Այս բաժնում դիտարկվել է HRC/BHRC [97] կատալոգը, որից առանձնացվել են այն աղբյուրները, որոնք ունեն օպտիկական սպեկտրներ SDSS-ի բազայում: Արդյունքում առանձնացվել է 2908 ակտիվ գալակտիկաներ: Կատարվել է այդ ակտիվ գալակտիկաների համար օպտիկական դասակարգում և վերադասակարգում (որոնց սպեկտրները առկա են SDSS DR7-DR18 [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14], որի համար օգտագործվել են ինչպես դիագնոստիկ դիագրամները [120], այնպես էլ սպեկտրի մշակման եղանակները որպեսզի կարողանանք տարբերակել Սեյֆերտների նեղ և լայն գծերը, ինչպես նաև գտնելու գծերի նուրբ կառուցվածքները, որոնք կարևոր են Սեյֆերտի ենթատիպերի համար՝ կախված դրանց լայն բաղադրիչների պայծառությունից: Դասակարգման արդյունքները բերված են ստորև՝

Դաս	Տոկոս	Դաս	Տոկոս
QSO	2.5	HII	14.5
Sy 1.0 & NLSy 1.0	1	ELG	10
Sy 1.5 & NLSy 1.5	3.5	Comp	4
Sy 1.8 & NLSy 1.8	12.7	Galaxy	47
Sy 1.9 & NLSy 1.9	7	WD, CV, C, star	1.7
LINER	0.6	Uc Cl	4.5

Այս աղբյուրների համար գնահատվել են տեսագծային արագությունները, հեռավորությունները, բացարձակ աստղային մեծությունները, լուսատվությունները, ռենտգենյան սպեկտրային ինդեքսները և այլն: Ընտրանքում առկա գալակտիկաների ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ դրանք ունեն ցածր լուսատվություն օպտիկական տիրույթում, բայց ռենտգենյան ճառագայթների հզոր աղբյուրներ են, հետևապես դրանք չեն ընդգրկվել ընտրանքում իրենց գումարային պայծառության հետևանքով: Օպտիկա-ռենտգենյան դիագրամից [30] ստացվեց, որ դրանցից 543-ը հանդիսանում են թաքնված ԱԳՄ-ների թեկնածուներ :

3. Փորձ է արվել ստեղծել ընտրված ռենտգեն-ռադիո աղբյուրների կատալոգ և իրականացնել դրանց ԲԱ ուսումնասիրություններ՝ էլեկտրամագնիսական ալիքների տարբեր տիրույթներում հոսքերի միջև կապեր գտնելու նպատակով: Դրա համար որպես հիմք օգտագործվել է ռենտգենյան ROSAT [27] կատալոգը, և ռադիո NVSS [33] կատալոգը: Օբյեկտները, որոնք ունեն և՛ ռենտգենյան, և՛ ռադիո ճառագայթումներ, պետք է դասվեն ամենահզոր միջուկով գալակտիկաների շարքին, մասնավորապես՝ բլազարներ և հզոր քվազարներ: Կատարվել է նույնացում, ապա ստացված աղբյուրների (9193) համար հավաքագրվել են ԲԱ տվյալներ [4, 9, 27, 33, 35, 37, 40, 55, 60, 65, 69, 76, 83, 84, 85, 87, 116, 125]: Հավաքագրված տվյալների հիման վրա կառուցվել են բազմաթիվ գրաֆիկներ և հիստոգրամներ: Սա թույլ կտա մեզ հայտնաբերել մոտակա Տիեզերքում բոլոր դիտված QSO-ները և AGN-ները, որոնք ճառագայթում են ռենտգենյան և ռադիո տիրույթում: Այս աղբյուրներից 3259 հաստատված են որպես ԱԳՄ-ներ, քվազարներ կամ BL Lac-եր: Այս աղբյուրներից 2395-ի մոտ առկա են սպեկտրներ SDSS-ի բազայում, որոնք թույլ կտան հետազայում կատարել դրանց մանրակրկիտ դասակարգում, ինչպես նաև առկա են օբյեկտներ (723 օբյեկտ), որոնք ունեն սպեկտրներ, բայց դեռևս դասակարգված չեն այլ հեղինակների կողմից, և դրանց տիպերը անհայտ են այս պահին: Դրանց դասակարգման աշխատանքները կարվեն շատ մոտ ապագայում: Հետաքրքիր առանձնահատկություն է նկատվել ԱԳՄ-ների ռենտգենյան կոշտության բաշխման մոտ (HR2): Այն ունի կրկնակի գագաթ, դա կարող է պայմանավորված լինել այն հանգամանքով, որ ԱԳՄ-ների

անվան տակ կարող են թաքնվել երկու տեսակի օբյեկտներ:  
Ավելի մարամասն արդյունքները ներկայացված են գլուխ 3-ի 3.1.6, 3.2.3, 3.3.4 բաժիններում (էջ 63, 67, 75):

**Գլուխ 4 [100]:** Որպեսզի հասկանանք բլազարների հատկությունները, նախ և առաջ հետազոտվել են արդեն հայտնի բլազարների որոշ հատկություններ, ինչի համար օգտագործվել է Մասարոյի և այլոց կողմից հրատարակած BZCAT v.5 կատալոգը, որում ընդգրկված են մինչ այժմ հայտնի ընդամենը 3561 բլազար [74] : Ի սկզբանե, այս օբյեկտները հեղինակների կողմից բաժանվել են չորս ենթադասի՝ BZB, BZQ, BZG, BZU:

Սակայն չկան տրված հստակ և որոշակի հատկություններ, որոնց առկայության դեպքում օբյեկտը կարելի է հստակ համարել բլազար:

Աշխատանքում բլազարների համար գնահատվել են նրանց բացարձակ աստղային մեծություններն ու ռենտգենյան և օպտիկական լուսատվությունները՝ օգտագործելով ռենտգենյան և գամմա շրջահայությունները, որոնք բերված են ստորև աղյուսակային տեսքով: Ստացվել է նաև, որ 48% բլազարներն ակտիվ են ռենտգենյան տիրույթում, իսկ 23%՝ գամմա տիրույթում: Այսինքն, ռենտգենյան և գամմա ակտիվությունը հանդիսանում է բլազարների հատկություններից մեկը: Օպտիկական և ռենտգենյան լուսատվությունների բաշխվածության ուսումնասիրությունից պարզվում է, որ բլազարները բաշխված են որոշակի ուղիղ գծի երկայնքով  $\alpha=0.86 \pm 0.04$ : Այս պայմաններին բավարարող աղբյուրները կարելի է համարել բլազարների թեկնածուներ և փորձել դիտումների կամ այլ մեթոդներով հաստատել նրանց բլազար լինելու փաստը: Ավելի մանրամասն արդյունքները ներկայացված են գլուխ 4-ի 4.5 բաժնում (էջ 90):



N	Տեսակ	Լուսատվության միջակայք (W) X-ray	Միջին լուսատվություն (W) X-ray	Լուսատվության միջակայք (W)	Միջին լուսատվություն (W)	Բացարձակ աստղային մեծության միջակայք	Միջին բացարձակ աստղային մեծություն
1	BLL	$1.41 \times 10^{35} \div 2.43 \times 10^{39}$	$1.52 \times 10^{38}$	$2.49 \times 10^{37} \div 1.39 \times 10^{40}$	$6.78 \times 10^{38}$	$-21.04 \div -27.91$	-23.34
2	BLG	$3.77 \times 10^{35} \div 8.37 \times 10^{37}$	$1.11 \times 10^{37}$	$1.06 \times 10^{37} \div 2.02 \times 10^{38}$	$7.49 \times 10^{37}$	$-20.16 \div -23.55$	-22.23
3	BLQ	$2.97 \times 10^{36} \div 5.07 \times 10^{38}$	$6.94 \times 10^{37}$	$1.84 \times 10^{37} \div 1.30 \times 10^{40}$	$8.30 \times 10^{38}$	$-21.09 \div -28.73$	-24.76
4	BLU	$1.17 \times 10^{36} \div 1.59 \times 10^{38}$	$3.37 \times 10^{37}$	$4.18 \times 10^{36} \div 4.80 \times 10^{38}$	$1.18 \times 10^{38}$	$-19.15 \div -24.89$	-22.59
5	ALL	$1.41 \times 10^{35} \div 2.43 \times 10^{39}$	$9.05 \times 10^{37}$	$4.18 \times 10^{36} \div 1.39 \times 10^{40}$	$6.59 \times 10^{38}$	$-19.15 \div -28.69$	-23.86

**Գլուխ 5 [81] :**

Ռենտգեն-օպտիկական նույնացումների միասնական կատալոգում (8132 օբյեկտ) [134, 79] բացի ԱԳՄ-ներից և պայծառ գալակտիկաներից, առկա էին նաև 1800 ռենտգենյան աստղեր: Հավաքագրվել են այդ աստղերի համար ԲԱ տվյալներ [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 25, 33, 35, 36, 37, 55, 60, 62, 64, 65, 69, 74, 76, 77, 78, 83, 85, 87, 107, 122, [B/cb](#) (VizieR 2017)], ինչը թույլ է տվել լիովին հասկանալ այս օբյեկտների բնույթը, դասակարգել դրանք ըստ տեսակների, ինչպես նաև վերլուծել դրանց գույն-մեծություն և գույն-գույն դիագրամները: Դասակարգման համար օգտագործվել է SDSS DR7-DR18 սպեկտրների բազաները (1800 աստղերից 433-ի մոտ հնարավոր եղավ գտնել սպեկտրներ), դասակարգումների արդյունքները բերված են ստորև՝

<b>Տիպեր/ Դասեր</b>	<b>Քանակ</b>	<b>Տիպեր/ Դասեր</b>	<b>Քանակ</b>
Պայծառ աստղեր	17	Ուշ տիպի աստղեր	19
Կատակլիզմիկ փոփոխ.	34	Բաղադրյալ սպեկ. օբյեկտ.	2
Սպիտակ թզուկներ	19	ԱԳՄ-ներ (առաքմ. գծեր. գալ.)	75
Վաղ տիպի աստղեր	16	Կլանման գծեր. գալակ.	211
Զերմ պսակով աստղեր	40	---	---

Ավելի մանրամասն արդյունքները ներկայացված են գլուխ 5-ի 5.5 բաժնում (էջ 106):

Այսպիսով, ուսումնասիրվել են տարբեր շրջահայություններից առանձնացված ակտիվ միջուկով գալակտիկաներ և դուրս են բերվել որոշ ակտիվության հատկություններ ռենտգենյան տիրույթների համար: Այս հատկությունները հնարավորություն են տալիս որոշակի պատկերացում ունենալ ակտիվ միջուկով գալակտիկաների վերաբերյալ: Բնականաբար այս աղբյուրների մասին լիարժեք պատկերացում կազմելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրություններ կատարել նաև էլեկտրամագնսիսական ալիքների այլ տիրույթներում:

## ՇՆՈՐՀԱԿԱԼՈՒԹՅՈՒՆ

Ես՝ Գուրգեն Մեխակի Պարոնյանս, կցանկանայի իմ խորին երախտագիտությունը հայտնել իմ ղեկավար՝ ֆ.մ.գ.թ.՝ Արեգ Մարտինի Միքայելյանին, մասնագիտական աճի և աշխատանքներում արժեքավոր խորհուրդների համար: «Ատենախոսության» բոլոր աշխատանքները, ինչպես նաև այլ աշխատանքները, լիարժեք իրականություն դարձան իր շնորհիվ:

Երախտիքս եմ հայտնում «Ատենախոսության» ընդդիմախոսներին՝ արժեքավոր խորհուրդների և դիտողությունների համար:

Ցանկանում եմ նաև շնորհակալություն հայտնել իմ գործընկերներին՝ նպաստավոր և արդյունավետ գիտական մթնոլորտում աշխատելու համար, ինչպես նաև Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի ողջ անձնակազմին:

«Ատենախոսության» աշխատանքները մասնակիորեն աջակցություն են ստացել՝

- ՀՀ Գիտության կոմիտեի կողմից՝ թեմատիկ դրամաշնորհ 15T-1C257 (2015-2017 թթ.), առաջատար հետազոտությունների դրամաշնորհ 21AG-1C053 (2021-2026 թթ.)
- Պողոսյան մրցանակի կողմից (նախկինում՝ ՀՀ նախագահի մրցանակ) (2020թ.)
- Ակադ. Վիկտոր Համբարձումյանի անվան միջազգային գիտական մրցանակի կողմից (գիտահետազոտական դրամաշնորհ 2019-2020թթ.):
- Գիտության և կրթության հայկական ազգային հիմնադրամի (ANSEF) կողմից՝ PS-2968 (2012թ.), PS-3605 (2014թ.), astroex-4193 (2016թ.), astroex-4195 (2016թ.), astroex-2347 (2020թ.), 22AN:PS-astroex-2597 (2022թ.)
- Հայկական աստղագիտական ընկերության կողմից՝ ArAS մրցանակ (2014թ.)
- «Երիտասարդ գիտնականների աջակցության ծրագրի» կողմից (**ԵԳԱԾ**)՝ տարբեր ժամանակներում տպագրված աշխատանքների համար դրամաշնորհներ
- ՀՀ ԳԱԱ Վ.Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի կողմից՝ տպագրված աշխատանքների համար խրախուսական դրամաշնորհներ

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Abazajian K. N., Adelman-McCarthy J. K., Agüeros M. A., Allam S. S., Allende Prieto C., An D., Anderson K. S. J., Anderson S. F., Annis J., Bahcall N. A., Bailer-Jones C. A. L., Barentine J. C., Bassett B. A., Becker A. C., Beers T. C., Bell E. F., Belokurov V., Berlind A. A., Berman E. F., Bernardi M., Bickerton S. J., Bizyaev D., Blakeslee J. P., Blanton M. R., Bochanski J. J., Boroski W. N., Brewington H. J., Brinchmann J., Brinkmann J., Brunner R. J., Budavári T., Carey L. N., Carliles S., Carr M. A., Castander F. J., Cinabro D., Connolly A. J., Csabai I., Cunha C. E., Czarapata P. C., Davenport J. R. A., de Haas E., Dilday B., Doi M., Eisenstein D. J., Evans M. L., Evans N. W., Fan X., Friedman S. D., Frieman J. A., Fukugita M., Gänsicke B. T., Gates E., Gillespie B., Gilmore G., Gonzalez B., Gonzalez C. F., Grebel E. K., Gunn J. E., Györy Z., Hall P. B., Harding P., Harris F. H., Harvanek M., Hawley S. L., Hayes J. J. E., Heckman T. M., Hendry J. S., Hennessy G. S., Hindsley R. B., Hoblitt J., Hogan C. J., Hogg D. W., Holtzman J. A., Hyde J. B., Ichikawa S.-. ichi ., Ichikawa T., Im M., Ivezić Ž., Jester S., Jiang L., Johnson J. A., Jorgensen A. M., Jurić M., Kent S. M., Kessler R., Kleinman S. J., Knapp G. R., Konishi K., Kron R. G., Krzesinski J., Kuropatkin N., Lampeitl H., Lebedeva S., Lee M. G., Lee Y. S., French Leger R., Lépine S., Li N., Lima M., Lin H., Long D. C., Loomis C. P., Loveday J., Lupton R. H., Magnier E., Malanushenko O., Malanushenko V., Mandelbaum R., Margon B., Marriner J. P., Martínez-Delgado D., Matsubara T., McGehee P. M., McKay T. A., Meiksin A., Morrison H. L., Mullally F., Munn J. A., Murphy T., Nash T., Nebot A., Neilsen E. H., Newberg H. J., Newman P. R., Nichol R. C., Nicinski T., Nieto-Santisteban M., Nitta A., Okamura S., Oravetz D. J., Ostriker J. P., Owen R., Padmanabhan N., Pan K., Park C., Pauls G., Peoples J., Percival W. J., Pier J. R., Pope A. C., Pourbaix D., Price P. A., Purger N., Quinn T., Raddick M. J., Re Fiorentin P., Richards G. T., Richmond M. W., Riess A. G., Rix H.-W., Rockosi C. M., Sako M., Schlegel D. J., Schneider D. P., Scholz R.-D., Schreiber M. R., Schwobe A. D., Seljak U., Sesar B., Sheldon E., Shimasaku K., Sibley V. C., Simmons A. E., Sivarani T., Allyn Smith J., Smith M. C., Smolčić V., Snedden S. A.,

Stebbins A., Steinmetz M., Stoughton C., Strauss M. A., SubbaRao M., Suto Y., Szalay A. S., Szapudi I., Szkody P., Tanaka M., Tegmark M., Teodoro L. F. A., Thakar A. R., Tremonti C. A., Tucker D. L., Uomoto A., Vanden Berk D. E., Vandenberg J., Vidrih S., Vogeley M. S., Voges W., Vogt N. P., Wadadekar Y., Watters S., Weinberg D. H., West A. A., White S. D. M., Wilhite B. C., Wonders A. C., Yanny B., Yocum D. R., York D. G., Zehavi I., Zibetti S., Zucker D. B., The Seventh Data Release of the Sloan Digital Sky Survey, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2009, 182, 543-558.

2. Abdurro'uf, Accetta K., Aerts C., Silva Aguirre V., Ahumada R., Ajaonkar N., Filiz Ak N., Alam S., Allende Prieto C., Almeida A., Anders F., Anderson S. F., Andrews B. H., Anguiano B., Aquino-Ortíz E., Aragón-Salamanca A., Argudo-Fernández M., Ata M., Aubert M., Avila-Reese V., Badenes C., Barbá R. H., Barger K., Barrera-Ballesteros J. K., Beaton R. L., Beers T. C., Belfiore F., Bender C. F., Bernardi M., Bershadsky M. A., Beutler F., Bidin C. M., Bird J. C., Bizyaev D., Blanc G. A., Blanton M. R., Boardman N. F., Bolton A. S., Boquien M., Borissova J., Bovy J., Brandt W. N., Brown J., Brownstein J. R., Brusa M., Buchner J., Bundy K., Burchett J. N., Bureau M., Burgasser A., Cabang T. K., Campbell S., Cappellari M., Carlberg J. K., Wanderley F. C., Carrera R., Cash J., Chen Y.-P., Chen W.-H., Cherinka B., Chiappini C., Choi P. D., Chojnowski S. D., Chung H., Clerc N., Cohen R. E., Comerford J. M., Comparat J., da Costa L., Covey K., Crane J. D., Cruz-Gonzalez I., Culhane C., Cunha K., Dai Y. S., Damke G., Darling J., Davidson J. W., Davies R., Dawson K., De Lee N., Diamond-Stanic A. M., Cano-Díaz M., Sánchez H. D., Donor J., Duckworth C., Dwelly T., Eisenstein D. J., Elsworth Y. P., Emsellem E., Eracleous M., Escoffier S., Fan X., Farr E., Feng S., Fernández-Trincado J. G., Feuillet D., Filipp A., Fillingham S. P., Frinchaboy P. M., Fromenteau S., Galbany L., García R. A., García-Hernández D. A., Ge J., Geisler D., Gelfand J., Géron T., Gibson B. J., Goddy J., Godoy-Rivera D., Grabowski K., Green P. J., Greener M., Grier C. J., Griffith E., Guo H., Guy J., Hadjara M., Harding P., Hasselquist S., Hayes C. R., Hearty F., Hernández J., Hill L., Hogg D. W., Holtzman J. A., Horta D., Hsieh B.-C., Hsu C.-H., Hsu Y.-H., Huber D., Huertas-Company M., Hutchinson B., Hwang H.

S., Ibarra-Medel H. J., Chitham J. I., Ilha G. S., Imig J., Jaekle W., Jayasinghe T., Ji X., Johnson J. A., Jones A., Jönsson H., Katkov I., Khalatyan A., Kinemuchi K., Kisku S., Knapen J. H., Kneib J.-P., Kollmeier J. A., Kong M., Kounkel M., Kreckel K., Krishnarao D., Lacerna I., Lane R. R., Langgin R., Lavender R., Law D. R., Lazarz D., Leung H. W., Leung H.-H., Lewis H. M., Li C., Li R., Lian J., Liang F.-H., Lin L., Lin Y.-T., Lin S., Lintott C., Long D., Longa-Peña P., López-Cobá C., Lu S., Lundgren B. F., Luo Y., Mackereth J. T., de la Macorra A., Mahadevan S., Majewski S. R., Machado A., Mandeville T., Maraston C., Margalef-Bentabol B., Masseron T., Masters K. L., Mathur S., McDermid R. M., Mckay M., Merloni A., Merrifield M., Meszaros S., Miglio A., Di Mille F., Minniti D., Minsley R., Monachesi A., Moon J., Mosser B., Mulchaey J., Muna D., Muñoz R. R., Myers A. D., Myers N., Nadathur S., Nair P., Nandra K., Neumann J., Newman J. A., Nidever D. L., Nikakhtar F., Nitschelm C., O'Connell J. E., Garma-Oehmichen L., Luan Souza de Oliveira G., Olney R., Oravetz D., Ortigoza-Urdaneta M., Osorio Y., Otter J., Pace Z. J., Padilla N., Pan K., Pan H.-A., Parikh T., Parker J., Peirani S., Peña Ramírez K., Penny S., Percival W. J., Perez-Fournon I., Pinsonneault M., Poidevin F., Poovelil V. J., Price-Whelan A. M., Bárbara de Andrade Queiroz A., Raddick M. J., Ray A., Rembold S. B., Riddle N., Riffel R. A., Riffel R., Rix H.-W., Robin A. C., Rodríguez-Puebla A., Roman-Lopes A., Román-Zúñiga C., Rose B., Ross A. J., Rossi G., Rubin K. H. R., Salvato M., Sánchez S. F., Sánchez-Gallego J. R., Sanderson R., Santana Rojas F. A., Sarceno E., Sarmiento R., Sayres C., Sazonova E., Schaefer A. L., Schiavon R., Schlegel D. J., Schneider D. P., Schultheis M., Schwope A., Serenelli A., Serna J., Shao Z., Shapiro G., Sharma A., Shen Y., Shetrone M., Shu Y., Simon J. D., Skrutskie M. F., Smethurst R., Smith V., Sobek J., Spoo T., Sprague D., Stark D. V., Stassun K. G., Steinmetz M., Stello D., Stone-Martinez A., Storchi-Bergmann T., Stringfellow G. S., Stutz A., Su Y.-C., Taghizadeh-Popp M., Talbot M. S., Tayar J., Telles E., Teske J., Thakar A., Theissen C., Tkachenko A., Thomas D., Tojeiro R., Hernandez Toledo H., Troup N. W., Trump J. R., Trussler J., Turner J., Tuttle S., Unda-Sanzana E., Vázquez-Mata J. A., Valentini M., Valenzuela O., Vargas-González J., Vargas-Magaña M., Alfaro P. V., Villanova S., Vincenzo F., Wake D., Warfield J.

T., Washington J. D., Weaver B. A., Weijmans A.-M., Weinberg D. H., Weiss A., Westfall K. B., Wild V., Wilde M. C., Wilson J. C., Wilson R. F., Wilson M., Wolf J., Wood-Vasey W. M., Yan R., Zamora O., Zasowski G., Zhang K., Zhao C., Zheng Z., Zheng Z., Zhu K., The Seventeenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: Complete Release of MaNGA, MaStar, and APOGEE-2 Data, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2022, 259, 35-74.

3. Abolfathi B., Aguado D. S., Aguilar G., Allende Prieto C., Almeida A., Ananna T. T., Anders F., Anderson S. F., Andrews B. H., Anguiano B., Aragón-Salamanca A., Argudo-Fernández M., Armengaud E., Ata M., Aubourg E., Avila-Reese V., Badenes C., Bailey S., Balland C., Barger K. A., Barrera-Ballesteros J., Bartosz C., Bastien F., Bates D., Baumgarten F., Bautista J., Beaton R., Beers T. C., Belfiore F., Bender C. F., Bernardi M., Bershadsky M. A., Beutler F., Bird J. C., Bizyaev D., Blanc G. A., Blanton M. R., Blomqvist M., Bolton A. S., Boquien M., Borissova J., Bovy J., Bradna Diaz C. A., Brandt W. N., Brinkmann J., Brownstein J. R., Bundy K., Burgasser A. J., Burtin E., Busca N. G., Cañas C. I., Cano-Díaz M., Cappellari M., Carrera R., Casey A. R., Cervantes Sodi B., Chen Y., Cherinka B., Chiappini C., Choi P. D., Chojnowski D., Chuang C.-H., Chung H., Clerc N., Cohen R. E., Comerford J. M., Comparat J., Correa do Nascimento J., da Costa L., Cousinou M.-C., Covey K., Crane J. D., Cruz-Gonzalez I., Cunha K., da Silva Ilha G., Damke G. J., Darling J., Davidson J. W., Dawson K., de Icaza Lizaola M. A. C., de la Macorra A., de la Torre S., De Lee N., de Sainte Agathe V., Deconto Machado A., Dell'Agli F., Delubac T., Diamond-Stanic A. M., Donor J., Downes J. J., Drory N., du Mas des Bourboux H., Duckworth C. J., Dwelly T., Dyer J., Ebelke G., Davis Eigenbrot A., Eisenstein D. J., Elsworth Y. P., Emsellem E., Eracleous M., Erfanianfar G., Escoffier S., Fan X., Fernández Alvar E., Fernandez-Trincado J. G., Fernando Cirolini R., Feuillet D., Finoguenov A., Fleming S. W., Font-Ribera A., Freischlad G., Frinchaboy P., Fu H., Gómez Maqueo Chew Y., Galbany L., García Pérez A. E., Garcia-Dias R., García-Hernández D. A., Garma Oehmichen L. A., Gaulme P., Gelfand J., Gil-Marín H., Gillespie B. A., Goddard D., González Hernández J. I., Gonzalez-Perez V., Grabowski K., Green P. J., Grier C. J., Gueguen A., Guo H., Guy J., Hagen A., Hall P., Harding

P., Hasselquist S., Hawley S., Hayes C. R., Hearty F., Hekker S., Hernandez J., Hernandez Toledo H., Hogg D. W., Holley-Bockelmann K., Holtzman J. A., Hou J., Hsieh B.-C., Hunt J. A. S., Hutchinson T. A., Hwang H. S., Jimenez Angel C. E., Johnson J. A., Jones A., Jönsson H., Jullo E., Khan F. S., Kinemuchi K., Kirkby D., Kirkpatrick C. C., Kitaura F.-S., Knapp G. R., Kneib J.-P., Kollmeier J. A., Lacerna I., Lane R. R., Lang D., Law D. R., Le Goff J.-M., Lee Y.-B., Li H., Li C., Lian J., Liang Y., Lima M., Lin L., Long D., Lucatello S., Lundgren B., Mackereth J. T., MacLeod C. L., Mahadevan S., Maia M. A. G., Majewski S., Manchado A., Maraston C., Mariappan V., Marques-Chaves R., Masseron T., Masters K. L., McDermid R. M., McGreer I. D., Melendez M., Meneses-Goytia S., Merloni A., Merrifield M. R., Meszaros S., Meza A., Minchev I., Minniti D., Mueller E.-M., Muller-Sanchez F., Muna D., Muñoz R. R., Myers A. D., Nair P., Nandra K., Ness M., Newman J. A., Nichol R. C., Nidever D. L., Nitschelm C., Noterdaeme P., O'Connell J., Oelkers R. J., Oravetz A., Oravetz D., Ortíz E. A., Osorio Y., Pace Z., Padilla N., Palanque-Delabrouille N., Palicio P. A., Pan H.-A., Pan K., Parikh T., Pâris I., Park C., Peirani S., Pellejero-Ibanez M., Penny S., Percival W. J., Perez-Fournon I., Petitjean P., Pieri M. M., Pinsonneault M., Pisani A., Prada F., Prakash A., Queiroz A. B. de A., Raddick M. J., Raichoor A., Barboza Rembold S., Richstein H., Riffel R. A., Riffel R., Rix H.-W., Robin A. C., Rodríguez Torres S., Román-Zúñiga C., Ross A. J., Rossi G., Ruan J., Ruggeri R., Ruiz J., Salvato M., Sánchez A. G., Sánchez S. F., Sanchez Almeida J., Sánchez-Gallego J. R., Santana Rojas F. A., Santiago B. X., Schiavon R. P., Schimoia J. S., Schlafly E., Schlegel D., Schneider D. P., Schuster W. J., Schwobe A., Seo H.-J., Serenelli A., Shen S., Shen Y., Shetrone M., Shull M., Silva Aguirre V., Simon J. D., Skrutskie M., Slosar A., Smethurst R., Smith V., Sobek J., Somers G., Souter B. J., Souto D., Spindler A., Stark D. V., Stassun K., Steinmetz M., Stello D., Storchi-Bergmann T., Streblyanska A., Stringfellow G. S., Suárez G., Sun J., Szigeti L., Taghizadeh-Popp M., Talbot M. S., Tang B., Tao C., Tayar J., Tembe M., Teske J., Thakar A. R., Thomas D., Tissera P., Tojeiro R., Tremonti C., Troup N. W., Urry M., Valenzuela O., van den Bosch R., Vargas-González J., Vargas-Magaña M., Vazquez J. A., Villanova S., Vogt N., Wake D., Wang Y., Weaver B. A.,



- Weijmans A.-M., Weinberg D. H., Westfall K. B., Whelan D. G., Wilcots E., Wild V., Williams R. A., Wilson J., Wood-Vasey W. M., Wylezalek D., Xiao T., Yan R., Yang M., Ybarra J. E., Yèche C., Zakamska N., Zamora O., Zarrouk P., Zasowski G., Zhang K., Zhao C., Zhao G.-B., Zheng Z., Zheng Z., Zhou Z.-M., Zhu G., Zinn J. C., Zou H., The Fourteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey and from the Second Phase of the Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2018, 235, 42-61.
4. Abrahamyan H. V., Mickaelian A. M., Knyazyan A. V., The IRAS PSC/FSC Combined Catalogue, *Astronomy and Computing*, 2015, 10, 99-106.
  5. Abrahamyan H. V., Mickaelian A. M., Paronyan G. M., Mikayelyan G. A., Optical variability of blazars, *Astronomische Nachrichten*, 2019, 340, 437-444.
  6. Aguado D. S., Ahumada R., Almeida A., Anderson S. F., Andrews B. H., Anguiano B., Aquino Ortíz E., Aragón-Salamanca A., Argudo-Fernández M., Aubert M., Avila-Reese V., Badenes C., Barboza Rembold S., Barger K., Barrera-Ballesteros J., Bates D., Bautista J., Beaton R. L., Beers T. C., Belfiore F., Bernardi M., Bershadsky M., Beutler F., Bird J., Bizyaev D., Blanc G. A., Blanton M. R., Blomqvist M., Bolton A. S., Boquien M., Borissova J., Bovy J., Brandt W. N., Brinkmann J., Brownstein J. R., Bundy K., Burgasser A., Byler N., Cano Diaz M., Cappellari M., Carrera R., Cervantes Sodi B., Chen Y., Cherinka B., Choi P. D., Chung H., Coffey D., Comerford J. M., Comparat J., Covey K., da Silva Ilha G., da Costa L., Dai Y. S., Damke G., Darling J., Davies R., Dawson K., de Sainte Agathe V., Deconto Machado A., Del Moro A., De Lee N., Diamond-Stanic A. M., Domínguez Sánchez H., Donor J., Drory N., du Mas des Bourboux H., Duckworth C., Dwelly T., Ebelke G., Emsellem E., Escoffier S., Fernández-Trincado J. G., Feuillet D., Fischer J.-L., Fleming S. W., Fraser-McKelvie A., Freischlad G., Frinchaboy P. M., Fu H., Galbany L., Garcia-Dias R., García-Hernández D. A., Garma Oehmichen L. A., Geimba Maia M. A., Gil-Marín H., Grabowski K., Gu M., Guo H., Ha J., Harrington E., Hasselquist S., Hayes C. R., Hearty F., Hernandez Toledo H., Hicks H., Hogg D. W., Holley-Bockelmann K., Holtzman J. A., Hsieh B.-C., Hunt J. A. S., Hwang H. S., Ibarra-

Medel H. J., Jimenez Angel C. E., Johnson J., Jones A., Jönsson H., Kinemuchi K., Kollmeier J., Krawczyk C., Kreckel K., Kruk S., Lacerna I., Lan T.-W., Lane R. R., Law D. R., Lee Y.-B., Li C., Lian J., Lin L., Lin Y.-T., Lintott C., Long D., Longa-Peña P., Mackereth J. T., de la Macorra A., Majewski S. R., Malanushenko O., Manchado A., Maraston C., Mariappan V., Marinelli M., Marques-Chaves R., Masseron T., Masters K. L., McDermid R. M., Medina Peña N., Meneses-Goytia S., Merloni A., Merrifield M., Meszaros S., Minniti D., Minsley R., Muna D., Myers A. D., Nair P., Correa do Nascimento J., Newman J. A., Nitschelm C., Olmstead M. D., Oravetz A., Oravetz D., Ortega Minakata R. A., Pace Z., Padilla N., Palicio P. A., Pan K., Pan H.-A., Parikh T., Parker J., Peirani S., Penny S., Percival W. J., Perez-Fournon I., Peterken T., Pinsonneault M. H., Prakash A., Raddick M. J., Raichoor A., Riffel R. A., Riffel R., Rix H.-W., Robin A. C., Roman-Lopes A., Rose B., Ross A. J., Rossi G., Rowlands K., Rubin K. H. R., Sánchez S. F., Sánchez-Gallego J. R., Sayres C., Schaefer A., Schiavon R. P., Schimoia J. S., Schlafly E., Schlegel D., Schneider D. P., Schultheis M., Seo H.-J., Shamsi S. J., Shao Z., Shen S., Shetty S., Simonian G., Smethurst R. J., Sobek J., Souter B. J., Spindler A., Stark D. V., Stassun K. G., Steinmetz M., Storchi-Bergmann T., Stringfellow G. S., Suárez G., Sun J., Taghizadeh-Popp M., Talbot M. S., Tayar J., Thakar A. R., Thomas D., Tissera P., Tojeiro R., Troup N. W., Unda-Sanzana E., Valenzuela O., Vargas-Magaña M., Vázquez-Mata J. A., Wake D., Weaver B. A., Weijmans A.-M., Westfall K. B., Wild V., Wilson J., Woods E., Yan R., Yang M., Zamora O., Zasowski G., Zhang K., Zheng Z., Zheng Z., Zhu G., Zinn J. C., Zou H., The Fifteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: First Release of MaNGA-derived Quantities, Data Visualization Tools, and Stellar Library, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2019, 240, 23-48.

7. Ahn C. P., Alexandroff R., Allende Prieto C., Anderson S. F., Anderton T., Andrews B. H., Aubourg É., Bailey S., Balbinot E., Barnes R., Bautista J., Beers T. C., Beifiori A., Berlind A. A., Bhardwaj V., Bizyaev D., Blake C. H., Blanton M. R., Blomqvist M., Bochanski J. J., Bolton A. S., Borde A., Bovy J., Brandt W. N., Brinkmann J., Brown P. J., Brownstein J. R., Bundy K., Busca N. G., Carithers W., Carnero A. R.,

Carr M. A., Casetti-Dinescu D. I., Chen Y., Chiappini C., Comparat J., Connolly N., Crepp J. R., Cristiani S., Croft R. A. C., Cuesta A. J., da Costa L. N., Davenport J. R. A., Dawson K. S., de Putter R., De Lee N., Delubac T., Dhital S., Ealet A., Ebelke G. L., Edmondson E. M., Eisenstein D. J., Escoffier S., Esposito M., Evans M. L., Fan X., Femenía Castellá B., Fernández Alvar E., Ferreira L. D., Filiz Ak N., Finley H., Fleming S. W., Font-Ribera A., Frinchaboy P. M., García-Hernández D. A., García Pérez A. E., Ge J., Génova-Santos R., Gillespie B. A., Girardi L., González Hernández J. I., Grebel E. K., Gunn J. E., Guo H., Haggard D., Hamilton J.-C., Harris D. W., Hawley S. L., Hearty F. R., Ho S., Hogg D. W., Holtzman J. A., Honscheid K., Huehnerhoff J., Ivans I. I., Ivezić Ž., Jacobson H. R., Jiang L., Johansson J., Johnson J. A., Kauffmann G., Kirkby D., Kirkpatrick J. A., Klaene M. A., Knapp G. R., Kneib J.-P., Le Goff J.-M., Leauthaud A., Lee K.-G., Lee Y. S., Long D. C., Loomis C. P., Lucatello S., Lundgren B., Lupton R. H., Ma B., Ma Z., MacDonald N., Mack C. E., Mahadevan S., Maia M. A. G., Majewski S. R., Makler M., Malanushenko E., Malanushenko V., Machado A., Mandelbaum R., Manera M., Maraston C., Margala D., Martell S. L., McBride C. K., McGreer I. D., McMahon R. G., Ménard B., Meszaros S., Miralda-Escudé J., Montero-Dorta A. D., Montesano F., Morrison H. L., Muna D., Munn J. A., Murayama H., Myers A. D., Neto A. F., Nguyen D. C., Nichol R. C., Nidever D. L., Noterdaeme P., Nuza S. E., Ogando R. L. C., Olmstead M. D., Oravetz D. J., Owen R., Padmanabhan N., Palanque-Delabrouille N., Pan K., Parejko J. K., Parihar P., Pâris I., Pattarakijwanich P., Pepper J., Percival W. J., Pérez-Fournon I., Pérez-Ràfols I., Petitjean P., Pforr J., Pieri M. M., Pinsonneault M. H., Porto de Mello G. F., Prada F., Price-Whelan A. M., Raddick M. J., Rebolo R., Rich J., Richards G. T., Robin A. C., Rocha-Pinto H. J., Rockosi C. M., Roe N. A., Ross A. J., Ross N. P., Rossi G., Rubiño-Martin J. A., Samushia L., Sanchez Almeida J., Sánchez A. G., Santiago B., Sayres C., Schlegel D. J., Schlesinger K. J., Schmidt S. J., Schneider D. P., Schultheis M., Schwobe A. D., Scóccola C. G., Seljak U., Sheldon E., Shen Y., Shu Y., Simmerer J., Simmons A. E., Skibba R. A., Skrutskie M. F., Slosar A., Sobreira F., Sobeck J. S., Stassun K. G., Steele O., Steinmetz M., Strauss M. A., Streblyanska A., Suzuki N., Swanson M. E. C., Tal T.,

Thakar A. R., Thomas D., Thompson B. A., Tinker J. L., Tojeiro R., Tremonti C. A., Vargas Magaña M., Verde L., Viel M., Vikas S. K., Vogt N. P., Wake D. A., Wang J., Weaver B. A., Weinberg D. H., Weiner B. J., West A. A., White M., Wilson J. C., Wisniewski J. P., Wood-Vasey W. M., Yanny B., Yèche C., York D. G., Zamora O., Zasowski G., Zehavi I., Zhao G.-B., Zheng Z., Zhu G., Zinn J. C., The Ninth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2012, 203, 21-34.

- 8.** Ahn C. P., Alexandroff R., Allende Prieto C., Anders F., Anderson S. F., Anderton T., Andrews B. H., Aubourg É., Bailey S., Bastien F. A., Bautista J. E., Beers T. C., Beifiori A., Bender C. F., Berlind A. A., Beutler F., Bhardwaj V., Bird J. C., Bizyaev D., Blake C. H., Blanton M. R., Blomqvist M., Bochanski J. J., Bolton A. S., Borde A., Bovy J., Shelden Bradley A., Brandt W. N., Brauer D., Brinkmann J., Brownstein J. R., Busca N. G., Carithers W., Carlberg J. K., Carnero A. R., Carr M. A., Chiappini C., Chojnowski S. D., Chuang C.-H., Comparat J., Crepp J. R., Cristiani S., Croft R. A. C., Cuesta A. J., Cunha K., da Costa L. N., Dawson K. S., De Lee N., Dean J. D. R., Delubac T., Deshpande R., Dhital S., Ealet A., Ebelke G. L., Edmondson E. M., Eisenstein D. J., Epstein C. R., Escoffier S., Esposito M., Evans M. L., Fabbian D., Fan X., Favole G., Femenía Castellá B., Fernández Alvar E., Feuillet D., Filiz Ak N., Finley H., Fleming S. W., Font-Ribera A., Frinchaboy P. M., Galbraith-Frew J. G., García-Hernández D. A., García Pérez A. E., Ge J., Génova-Santos R., Gillespie B. A., Girardi L., González Hernández J. I., Gott J. R., Gunn J. E., Guo H., Halverson S., Harding P., Harris D. W., Hasselquist S., Hawley S. L., Hayden M., Hearty F. R., Herrero Davó A., Ho S., Hogg D. W., Holtzman J. A., Honscheid K., Huehnerhoff J., Ivans I. I., Jackson K. M., Jiang P., Johnson J. A., Kinemuchi K., Kirkby D., Klaene M. A., Kneib J.-P., Koesterke L., Lan T.-W., Lang D., Le Goff J.-M., Leauthaud A., Lee K.-G., Lee Y. S., Long D. C., Loomis C. P., Lucatello S., Lupton R. H., Ma B., Mack C. E., Mahadevan S., Maia M. A. G., Majewski S. R., Malanushenko E., Malanushenko V., Manchado A., Manera M., Maraston C., Margala D., Martell S. L., Masters K. L., McBride C. K., McGreer I. D., McMahon R. G., Ménard B., Mészáros

S., Miralda-Escudé J., Miyatake H., Montero-Dorta A. D., Montesano F., More S., Morrison H. L., Muna D., Munn J. A., Myers A. D., Nguyen D. C., Nichol R. C., Nidever D. L., Noterdaeme P., Nuza S. E., O'Connell J. E., O'Connell R. W., O'Connell R., Olmstead M. D., Oravetz D. J., Owen R., Padmanabhan N., Palanque-Delabrouille N., Pan K., Parejko J. K., Parihar P., Pâris I., Pepper J., Percival W. J., Pérez-Ràfols I., Dotto Perottoni H., Petitjean P., Pieri M. M., Pinsonneault M. H., Prada F., Price-Whelan A. M., Raddick M. J., Rahman M., Rebolo R., Reid B. A., Richards J. C., Riffel R., Robin A. C., Rocha-Pinto H. J., Rockosi C. M., Roe N. A., Ross A. J., Ross N. P., Rossi G., Roy A., Rubiño-Martin J. A., Sabiu C. G., Sánchez A. G., Santiago B., Sayres C., Schiavon R. P., Schlegel D. J., Schlesinger K. J., Schmidt S. J., Schneider D. P., Schultheis M., Sellgren K., Seo H.-J., Shen Y., Shetrone M., Shu Y., Simmons A. E., Skrutskie M. F., Slosar A., Smith V. V., Snedden S. A., Soback J. S., Sobreira F., Stassun K. G., Steinmetz M., Strauss M. A., Streblyanska A., Suzuki N., Swanson M. E. C., Terrien R. C., Thakar A. R., Thomas D., Thompson B. A., Tinker J. L., Tojeiro R., Troup N. W., Vandenberg J., Vargas Magaña M., Viel M., Vogt N. P., Wake D. A., Weaver B. A., Weinberg D. H., Weiner B. J., White M., White S. D. M., Wilson J. C., Wisniewski J. P., Wood-Vasey W. M., Yèche C., York D. G., Zamora O., Zasowski G., Zehavi I., Zhao G.-B., Zheng Z., Zhu G., The Tenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-III Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2014, 211, 17-33.

9. Ahumada R., Allende Prieto C., Almeida A., Anders F., Anderson S. F., Andrews B. H., Anguiano B., Arcodia R., Armengaud E., Aubert M., Avila S., Avila-Reese V., Badenes C., Balland C., Barger K., Barrera-Ballesteros J. K., Basu S., Bautista J., Beaton R. L., Beers T. C., Benavides B. I. T., Bender C. F., Bernardi M., Bershadsky M., Beutler F., Bidin C. M., Bird J., Bizyaev D., Blanc G. A., Blanton M. R., Boquien M., Borissova J., Bovy J., Brandt W. N., Brinkmann J., Brownstein J. R., Bundy K., Bureau M., Burgasser A., Burtin E., Cano-Díaz M., Capasso R., Cappellari M., Carrera R., Chabanier S., Chaplin W., Chapman M., Cherinka B., Chiappini C., Doohyun Choi P., Chojnowski S. D., Chung H., Clerc N., Coffey D., Comerford J.

M., Comparat J., da Costa L., Cousinou M.-C., Covey K., Crane J. D., Cunha K., Ilha G. da S., Dai Y. S., Damsted S. B., Darling J., Davidson J. W., Davies R., Dawson K., De N., de la Macorra A., De Lee N., Queiroz A. B. de A., Deconto Machado A., de la Torre S., Dell'Agli F., du Mas des Bourboux H., Diamond-Stanic A. M., Dillon S., Donor J., Drory N., Duckworth C., Dwelly T., Ebelke G., Eftekhazadeh S., Davis Eigenbrot A., Elsworth Y. P., Eracleous M., Erfanianfar G., Escoffier S., Fan X., Farr E., Fernández-Trincado J. G., Feuillet D., Finoguenov A., Fofie P., Fraser-McKelvie A., Frinchaboy P. M., Fromenteau S., Fu H., Galbany L., Garcia R. A., García-Hernández D. A., Garma Oehmichen L. A., Ge J., Geimba Maia M. A., Geisler D., Gelfand J., Goddy J., Gonzalez-Perez V., Grabowski K., Green P., Grier C. J., Guo H., Guy J., Harding P., Hasselquist S., Hawken A. J., Hayes C. R., Hearty F., Hekker S., Hogg D. W., Holtzman J. A., Horta D., Hou J., Hsieh B.-C., Huber D., Hunt J. A. S., Ider Chitham J., Imig J., Jaber M., Jimenez Angel C. E., Johnson J. A., Jones A. M., Jönsson H., Jullo E., Kim Y., Kinemuchi K., Kirkpatrick C. C., Kite G. W., Klaene M., Kneib J.-P., Kollmeier J. A., Kong H., Kounkel M., Krishnarao D., Lacerna I., Lan T.-W., Lane R. R., Law D. R., Le Goff J.-M., Leung H. W., Lewis H., Li C., Lian J., Lin L., Long D., Longa-Peña P., Lundgren B., Lyke B. W., Mackereth J. T., MacLeod C. L., Majewski S. R., Manchado A., Maraston C., Martini P., Masseron T., Masters K. L., Mathur S., McDermid R. M., Merloni A., Merrifield M., Mészáros S., Miglio A., Minniti D., Minsley R., Miyaji T., Mohammad F. G., Mosser B., Mueller E.-M., Muna D., Muñoz-Gutiérrez A., Myers A. D., Nadathur S., Nair P., Nandra K., Correa do Nascimento J., Nevin R. J., Newman J. A., Nidever D. L., Nitschelm C., Noterdaeme P., O'Connell J. E., Olmstead M. D., Oravetz D., Oravetz A., Osorio Y., Pace Z. J., Padilla N., Palanque-Delabrouille N., Palicio P. A., Pan H.-A., Pan K., Parker J., Paviot R., Peirani S., Ramírez K. P., Penny S., Percival W. J., Perez-Fournon I., Pérez-Ràfols I., Petitjean P., Pieri M. M., Pinsonneault M., Poovelil V. J., Povick J. T., Prakash A., Price-Whelan A. M., Raddick M. J., Raichoor A., Ray A., Rembold S. B., Rezaie M., Riffel R. A., Riffel R., Rix H.-W., Robin A. C., Roman-Lopes A., Román-Zúñiga C., Rose B., Ross A. J., Rossi G., Rowlands K., Rubin K. H. R., Salvato M., Sánchez A. G., Sánchez-Menguiano L., Sánchez-Gallego J. R.,

Sayres C., Schaefer A., Schiavon R. P., Schimoia J. S., Schlafly E., Schlegel D., Schneider D. P., Schultheis M., Schwobe A., Seo H.-J., Serenelli A., Shafieloo A., Shamsi S. J., Shao Z., Shen S., Shetrone M., Shirley R., Silva Aguirre V., Simon J. D., Skrutskie M. F., Slosar A., Smethurst R., Sobek J., Sodi B. C., Souto D., Stark D. V., Stassun K. G., Steinmetz M., Stello D., Stermer J., Storchi-Bergmann T., Streblyanska A., Stringfellow G. S., Stutz A., Suárez G., Sun J., Taghizadeh-Popp M., Talbot M. S., Tayar J., Thakar A. R., Theriault R., Thomas D., Thomas Z. C., Tinker J., Tojeiro R., Toledo H. H., Tremonti C. A., Troup N. W., Tuttle S., Unda-Sanzana E., Valentini M., Vargas-González J., Vargas-Magaña M., Vázquez-Mata J. A., Vivek M., Wake D., Wang Y., Weaver B. A., Weijmans A.-M., Wild V., Wilson J. C., Wilson R. F., Wolthuis N., Wood-Vasey W. M., Yan R., Yang M., Yèche C., Zamora O., Zarrouk P., Zasowski G., Zhang K., Zhao C., Zhao G., Zheng Z., Zheng Z., Zhu G., Zou H., The 16th Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: First Release from the APOGEE-2 Southern Survey and Full Release of eBOSS Spectra, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2020, 249, 3.

- 10.** Aihara H., Allende Prieto C., An D., Anderson S. F., Aubourg É., Balbinot E., Beers T. C., Berlind A. A., Bickerton S. J., Bizyaev D., Blanton M. R., Bochanski J. J., Bolton A. S., Boy J., Brandt W. N., Brinkmann J., Brown P. J., Brownstein J. R., Busca N. G., Campbell H., Carr M. A., Chen Y., Chiappini C., Comparat J., Connolly N., Cortes M., Croft R. A. C., Cuesta A. J., da Costa L. N., Davenport J. R. A., Dawson K., Dhital S., Ealet A., Ebelke G. L., Edmondson E. M., Eisenstein D. J., Escoffier S., Esposito M., Evans M. L., Fan X., Femenía Castellá B., Font-Ribera A., Frinchaboy P. M., Ge J., Gillespie B. A., Gilmore G., González Hernández J. I., Gott J. R., Gould A., Grebel E. K., Gunn J. E., Hamilton J.-C., Harding P., Harris D. W., Hawley S. L., Hearty F. R., Ho S., Hogg D. W., Holtzman J. A., Honscheid K., Inada N., Ivans I. I., Jiang L., Johnson J. A., Jordan C., Jordan W. P., Kazin E. A., Kirkby D., Klaene M. A., Knapp G. R., Kneib J.-P., Kochanek C. S., Koesterke L., Kollmeier J. A., Kron R. G., Lampeitl H., Lang D., Le Goff J.-M., Lee Y. S., Lin Y.-T., Long D. C., Loomis C. P., Lucatello S., Lundgren B., Lupton R. H., Ma Z., MacDonald N., Mahadevan S., Maia M. A. G., Makler M., Malanushenko E., Malanushenko V.,

Mandelbaum R., Maraston C., Margala D., Masters K. L., McBride C. K., McGehee P. M., McGreer I. D., Ménard B., Miralda-Escudé J., Morrison H. L., Mullally F., Muna D., Munn J. A., Murayama H., Myers A. D., Naugle T., Neto A. F., Nguyen D. C., Nichol R. C., O'Connell R. W., Ogando R. L. C., Olmstead M. D., Oravetz D. J., Padmanabhan N., Palanque-Delabrouille N., Pan K., Pandey P., Pâris I., Percival W. J., Petitjean P., Pfaffenberger R., Pforr J., Phleps S., Pichon C., Pieri M. M., Prada F., Price-Whelan A. M., Raddick M. J., Ramos B. H. F., Reylé C., Rich J., Richards G. T., Rix H.-W., Robin A. C., Rocha-Pinto H. J., Rockosi C. M., Roe N. A., Rollinde E., Ross A. J., Ross N. P., Rossetto B. M., Sánchez A. G., Sayres C., Schlegel D. J., Schlesinger K. J., Schmidt S. J., Schneider D. P., Sheldon E., Shu Y., Simmerer J., Simmons A. E., Sivarani T., Snedden S. A., Sobek J. S., Steinmetz M., Strauss M. A., Szalay A. S., Tanaka M., Thakar A. R., Thomas D., Tinker J. L., Tofflemire B. M., Tojeiro R., Tremonti C. A., Vandenberg J., Vargas Magaña M., Verde L., Vogt N. P., Wake D. A., Wang J., Weaver B. A., Weinberg D. H., White M., White S. D. M., Yanny B., Yasuda N., Yèche C., Zehavi I., The Eighth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Data from SDSS-III, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2011, 193, 29-46.

11. Alam S., Albareti F. D., Allende Prieto C., Anders F., Anderson S. F., Anderton T., Andrews B. H., Armengaud E., Aubourg É., Bailey S., Basu S., Bautista J. E., Beaton R. L., Beers T. C., Bender C. F., Berlind A. A., Beutler F., Bhardwaj V., Bird J. C., Bizyaev D., Blake C. H., Blanton M. R., Blomqvist M., Bochanski J. J., Bolton A. S., Boy J., Shelden Bradley A., Brandt W. N., Brauer D. E., Brinkmann J., Brown P. J., Brownstein J. R., Burden A., Burtin E., Busca N. G., Cai Z., Capozzi D., Carnero Rosell A., Carr M. A., Carrera R., Chambers K. C., Chaplin W. J., Chen Y.-C., Chiappini C., Chojnowski S. D., Chuang C.-H., Clerc N., Comparat J., Covey K., Croft R. A. C., Cuesta A. J., Cunha K., da Costa L. N., Da Rio N., Davenport J. R. A., Dawson K. S., De Lee N., Delubac T., Deshpande R., Dhital S., Dutra-Ferreira L., Dwelly T., Ealet A., Ebelke G. L., Edmondson E. M., Eisenstein D. J., Ellsworth T., Elsworth Y., Epstein C. R., Eracleous M., Escoffier S., Esposito M., Evans M. L., Fan X., Fernández-Alvar E., Feuillet D., Filiz Ak N., Finley H., Finoguenov A.,



Flaherty K., Fleming S. W., Font-Ribera A., Foster J., Frinchaboy P. M., Galbraith-Frew J. G., García R. A., García-Hernández D. A., García Pérez A. E., Gaulme P., Ge J., Génova-Santos R., Georgakakis A., Ghezzi L., Gillespie B. A., Girardi L., Goddard D., Gontcho S. G. A., González Hernández J. I., Grebel E. K., Green P. J., Grieb J. N., Grieves N., Gunn J. E., Guo H., Harding P., Hasselquist S., Hawley S. L., Hayden M., Hearty F. R., Hekker S., Ho S., Hogg D. W., Holley-Bockelmann K., Holtzman J. A., Honscheid K., Huber D., Huehnerhoff J., Ivans I. I., Jiang L., Johnson J. A., Kinemuchi K., Kirkby D., Kitaura F., Klaene M. A., Knapp G. R., Kneib J.-P., Koenig X. P., Lam C. R., Lan T.-W., Lang D., Laurent P., Le Goff J.-M., Leauthaud A., Lee K.-G., Lee Y. S., Licquia T. C., Liu J., Long D. C., López-Corredoira M., Lorenzo-Oliveira D., Lucatello S., Lundgren B., Lupton R. H., Mack C. E., Mahadevan S., Maia M. A. G., Majewski S. R., Malanushenko E., Malanushenko V., Manchado A., Manera M., Mao Q., Maraston C., Marchwinski R. C., Margala D., Martell S. L., Martig M., Masters K. L., Mathur S., McBride C. K., McGehee P. M., McGreer I. D., McMahon R. G., Ménard B., Menzel M.-L., Merloni A., Mészáros S., Miller A. A., Miralda-Escudé J., Miyatake H., Montero-Dorta A. D., More S., Morganson E., Morice-Atkinson X., Morrison H. L., Mosser B., Muna D., Myers A. D., Nandra K., Newman J. A., Neyrinck M., Nguyen D. C., Nichol R. C., Nidever D. L., Noterdaeme P., Nuza S. E., O'Connell J. E., O'Connell R. W., O'Connell R., Ogando R. L. C., Olmstead M. D., Oravetz A. E., Oravetz D. J., Osumi K., Owen R., Padgett D. L., Padmanabhan N., Paegert M., Palanque-Delabrouille N., Pan K., Parejko J. K., Pâris I., Park C., Pattarakijwanich P., Pellejero-Ibanez M., Pepper J., Percival W. J., Pérez-Fournon I., Pérez-Ràfols I., Petitjean P., Pieri M. M., Pinsonneault M. H., Porto de Mello G. F., Prada F., Prakash A., Price-Whelan A. M., Protopapas P., Raddick M. J., Rahman M., Reid B. A., Rich J., Rix H.-W., Robin A. C., Rockosi C. M., Rodrigues T. S., Rodríguez-Torres S., Roe N. A., Ross A. J., Ross N. P., Rossi G., Ruan J. J., Rubiño-Martín J. A., Rykoff E. S., Salazar-Albornoz S., Salvato M., Samushia L., Sánchez A. G., Santiago B., Sayres C., Schiavon R. P., Schlegel D. J., Schmidt S. J., Schneider D. P., Schultheis M., Schwobe A. D., Scóccola C. G., Scott C., Sellgren K., Seo H.-J., Serenelli A., Shane N., Shen Y.,

Shetrone M., Shu Y., Silva Aguirre V., Sivarani T., Skrutskie M. F., Slosar A., Smith V. V., Sobreira F., Souto D., Stassun K. G., Steinmetz M., Stello D., Strauss M. A., Streblyanska A., Suzuki N., Swanson M. E. C., Tan J. C., Tayar J., Terrien R. C., Thakar A. R., Thomas D., Thomas N., Thompson B. A., Tinker J. L., Tojeiro R., Troup N. W., Vargas-Magaña M., Vazquez J. A., Verde L., Viel M., Vogt N. P., Wake D. A., Wang J., Weaver B. A., Weinberg D. H., Weiner B. J., White M., Wilson J. C., Wisniewski J. P., Wood-Vasey W. M., Ye`che C., York D. G., Zakamska N. L., Zamora O., Zasowski G., Zehavi I., Zhao G.-B., Zheng Z., Zhou X., Zhou Z., Zou H., Zhu G., The Eleventh and Twelfth Data Releases of the Sloan Digital Sky Survey: Final Data from SDSS-III, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2015, 219, 12-39.

12. Albareti F. D., Allende Prieto C., Almeida A., Anders F., Anderson S., Andrews B. H., Aragón-Salamanca A., Argudo-Fernández M., Armengaud E., Aubourg E., Avila-Reese V., Badenes C., Bailey S., Barbu B., Barger K., Barrera-Ballesteros J., Bartosz C., Basu S., Bates D., Battaglia G., Baumgarten F., Baur J., Bautista J., Beers T. C., Belfiore F., Bershady M., Bertran de Lis S., Bird J. C., Bizyaev D., Blanc G. A., Blanton M., Blomqvist M., Bolton A. S., Borissova J., Bovy J., Brandt W. N., Brinkmann J., Brownstein J. R., Bundy K., Burtin E., Busca N. G., Camacho Chavez H. O., Cano Díaz M., Cappellari M., Carrera R., Chen Y., Cherinka B., Cheung E., Chiappini C., Chojnowski D., Chuang C.-H., Chung H., Cirolini R. F., Clerc N., Cohen R. E., Comerford J. M., Comparat J., Correa do Nascimento J., Cousinou M.-C., Covey K., Crane J. D., Croft R., Cunha K., Darling J., Davidson J. W., Dawson K., Da Costa L., Da Silva Ilha G., Deconto Machado A., Delubac T., De Lee N., De la Macorra A., De la Torre S., Diamond-Stanic A. M., Donor J., Downes J. J., Drory N., Du C., Du Mas des Bourboux H., Dwelly T., Ebelke G., Eigenbrot A., Eisenstein D. J., Elsworth Y. P., Emsellem E., Eracleous M., Escoffier S., Evans M. L., Falcón-Barroso J., Fan X., Favole G., Fernandez-Alvar E., Fernandez-Trincado J. G., Feuillet D., Fleming S. W., Font-Ribera A., Freislad G., Frinchaboy P., Fu H., Gao Y., Garcia R. A., Garcia-Dias R., Garcia-Hernández D. A., Garcia Pérez A. E., Gaulme P., Ge J., Geisler D., Gillespie B., Gil Marin H., Girardi L., Goddard D., Gomez

Maqueo Chew Y., Gonzalez-Perez V., Grabowski K., Green P., Grier C. J., Grier T., Guo H., Guy J., Hagen A., Hall M., Harding P., Harley R. E., Hasselquist S., Hawley S., Hayes C. R., Hearty F., Hekker S., Hernandez Toledo H., Ho S., Hogg D. W., Holley-Bockelmann K., Holtzman J. A., Holzer P. H., Hu J., Huber D., Hutchinson T. A., Hwang H. S., Ibarra-Medel H. J., Ivans I. I., Ivory K., Jaehnig K., Jensen T. W., Johnson J. A., Jones A., Jullo E., Kallinger T., Kinemuchi K., Kirkby D., Klaene M., Kneib J.-P., Kollmeier J. A., Lacerna I., Lane R. R., Lang D., Laurent P., Law D. R., Leauthaud A., Le Goff J.-M., Li C., Li C., Li N., Li R., Liang F.-H., Liang Y., Lima M., Lin L., Lin L., Lin Y.-T., Liu C., Long D., Lucatello S., MacDonald N., MacLeod C. L., Mackereth J. T., Mahadevan S., Maia M. A. G., Maiolino R., Majewski S. R., Malanushenko O., Malanushenko V., Mallmann N. D., Manchado A., Maraston C., Marques-Chaves R., Martinez Valpuesta I., Masters K. L., Mathur S., McGreer I. D., Merloni A., Merrifield M. R., Mészáros S., Meza A., Miglio A., Minchev I., Molaverdikhani K., Montero-Dorta A. D., Mosser B., Muna D., Myers A., Nair P., Nandra K., Ness M., Newman J. A., Nichol R. C., Nidever D. L., Nitschelm C., O'Connell J., Oravetz A., Oravetz D. J., Pace Z., Padilla N., Palanque-Delabrouille N., Pan K., Parejko J., Paris I., Park C., Peacock J. A., Peirani S., Pellejero-Ibanez M., Penny S., Percival W. J., Percival J. W., Perez-Fournon I., Petitjean P., Pieri M., Pinsonneault M. H., Pisani A., Prada F., Prakash A., Price-Jones N., Raddick M. J., Rahman M., Raichoor A., Barboza Rembold S., Reyna A. M., Rich J., Richstein H., Ridl J., Riffel R. A., Riffel R., Rix H.-W., Robin A. C., Rockosi C. M., Rodríguez-Torres S., Rodrigues T. S., Roe N., Roman Lopes A., Román-Zúñiga C., Ross A. J., Rossi G., Ruan J., Ruggeri R., Runnoe J. C., Salazar-Albornoz S., Salvato M., Sanchez S. F., Sanchez A. G., Sanchez-Gallego J. R., Santiago B. X., Schiavon R., Schimoia J. S., Schlafly E., Schlegel D. J., Schneider D. P., Schönrich R., Schultheis M., Schwobe A., Seo H.-J., Serenelli A., Sesar B., Shao Z., Shetrone M., Shull M., Silva Aguirre V., Skrutskie M. F., Slosar A., Smith M., Smith V. V., Sobek J., Somers G., Souto D., Stark D. V., Stassun K. G., Steinmetz M., Stello D., Storchi Bergmann T., Strauss M. A., Streblyanska A., Stringfellow G. S., Suarez G., Sun J., Taghizadeh-Popp M., Tang B., Tao C., Tayar J., Tembe M., Thomas D., Tinker J., Tojeiro R.,

Tremonti C., Troup N., Trump J. R., Unda-Sanzana E., Valenzuela O., Van den Bosch R., Vargas-Magaña M., Vazquez J. A., Villanova S., Vivek M., Vogt N., Wake D., Walterbos R., Wang Y., Wang E., Weaver B. A., Weijmans A.-M., Weinberg D. H., Westfall K. B., Whelan D. G., Wilcots E., Wild V., Williams R. A., Wilson J., Wood-Vasey W. M., Wylezalek D., Xiao T., Yan R., Yang M., Ybarra J. E., Yeche C., Yuan F.-T., Zakamska N., Zamora O., Zasowski G., Zhang K., Zhao C., Zhao G.-B., Zheng Z., Zheng Z., Zhou Z.-M., Zhu G., Zinn J. C., Zou H., The 13th Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-IV Survey Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2017, 233, 25-50.

13. Allen's astrophysical quantities, 4th ed. Publisher: New York: AIP Press; Springer, 2000. Edited by Arthur N. Cox. ISBN: 0387987460
14. Almeida A., Anderson S. F., Argudo-Fernández M., Badenes C., Barger K., Barrera-Ballesteros J. K., Bender C. F., Benitez E., Besser F., Bird J. C., Bizyaev D., Blanton M. R., Bochanski J., Bovy J., Brandt W. N., Brownstein J. R., Buchner J., Bulbul E., Burchett J. N., Cano Díaz M., Carlberg J. K., Casey A. R., Chandra V., Cherinka B., Chiappini C., Coker A. A., Comparat J., Conroy C., Contardo G., Cortes A., Covey K., Crane J. D., Cunha K., Dabbieri C., Davidson J. W., Davis M. C., de Andrade Queiroz A. B., De Lee N., Méndez Delgado J. E., Demasi S., Di Mille F., Donor J., Dow P., Dwelly T., Eracleous M., Eriksen J., Fan X., Farr E., Frederick S., Fries L., Frinchaboy P., Gänsicke B. T., Ge J., González Ávila C., Grabowski K., Grier C., Guiglion G., Gupta P., Hall P., Hawkins K., Hayes C. R., Hermes J. J., Hernández-García L., Hogg D. W., Holtzman J. A., Ibarra-Medel H. J., Ji A., Jofre P., Johnson J. A., Jones A. M., Kinemuchi K., Kluge M., Koekemoer A., Kollmeier J. A., Kounkel M., Krishnarao D., Krumpe M., Lacerna I., Lago P. J. A., Laporte C., Liu C., Liu A., Liu X., Lopes A. R., Macktoobian M., Majewski S. R., Malanushenko V., Maoz D., Masseron T., Masters K. L., Matijevic G., McBride A., Medan I., Merloni A., Morrison S., Myers N., Mészáros S., Negrete C. A., Nidever D. L., Nitschelm C., Oravetz D., Oravetz A., Pan K., Peng Y., Pinsonneault M. H., Pogge R., Qiu D., Ramirez S. V., Rix H.-W., Fernández Rosso D., Runnoe J., Salvato M., Sanchez S. F., Santana F.

- A., Saydjari A., Sayres C., Schlafman K. C., Schneider D. P., Schwobe A., Serna J., Shen Y., Sobek J., Song Y.-Y., Souto D., Spoo T., Stassun K. G., Steinmetz M., Straumit I., Stringfellow G., Sánchez-Gallego J., Taghizadeh-Popp M., Tayar J., Thakar A., Tissera P. B., Tkachenko A., Hernandez Toledo H., Trakhtenbrot B., Fernández-Trincado J. G., Troup N., Trump J. R., Tuttle S., Ulloa N., Vazquez-Mata J. A., Vera Alfaro P., Villanova S., Wachter S., Weijmans A.-M., Wheeler A., Wilson J., Wojno L., Wolf J., Xue X.-X., Ybarra J. E., Zari E., Zasowski G., The Eighteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: Targeting and First Spectra from SDSS-V, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2023, 267, 44-82.
15. Ambartsumian V. A., Some Remarks on Multiple Galaxies, Communication at the Symposium of the International Astronomical Union in Dublin. 1955.
  16. Ambartsumian V.A., The hypothesis on the activity of galactic nuclei, *Izv. Acad. Sci. ArmSSR* 9, 1956, No. 1, 23
  17. Ambartsumian V.A., Proc. 11th Solvay Conf. on Physics: Structure and Evolution of the Universe, Univ. of Brussels, Ed. R. Stoops, Brussels, 1958, p. 241.
  18. Ambartsumian V.A., Instability phenomena in systems of galaxies, *Astronomical Journal*, 1961, Vol. 66, 536-540.
  19. Anderson S. F., Voges W., Margon B., Trümper J., Agüeros M. A., Boller T., Collinge M. J., Homer L., Stinson G., Strauss M. A., Annis J., Gómez P., Hall P. B., Nichol R. C., Richards G. T., Schneider D. P., Vanden Berk D. E., Fan X., Ivezić Ž., Munn J. A., Newberg H. J., Richmond M. W., Weinberg D. H., Yanny B., Bahcall N. A., Brinkmann J., Fukugita M., York D. G., A Large, Uniform Sample of X-Ray-Emitting AGNs: Selection Approach and an Initial Catalog from the ROSAT All-Sky and Sloan Digital Sky Surveys, *The Astronomical Journal*, 2003, 126, 2209-2229.
  20. Antonucci R. R. J., Miller J. S., Spectropolarimetry and the nature of NGC 1068., *The Astrophysical Journal*, 1985, 297, 621-632.
  21. Antonucci R., Unified models for active galactic nuclei and quasars., *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 1993, 31, 473-521.
  22. Aschenbach B., Bräuninger H., Briel U., Brinkmann W., Fink H., Heinecke N., Hippmann H., Kettenring G., Metzner G., Ondrusch A., Pfeffermann E., Predehl

- P., Reger G., Stephan K.-H., Trümper J., Zimmermann H. U., The ROSAT Mission, *Space Science Reviews*, 1981, 30, 569-573.
23. Beckmann V., Shrader C.R., *Active Galactic Nuclei*, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2012, ISBN-13: 978-3527410781. 350 pages.
  24. Beichman C. A., Neugebauer G., Habing H. J., Clegg P. E., Chester T. J., *Infrared Astronomical Satellite (IRAS) Catalogs and Atlases. Volume 1: Explanatory Supplement.*, *Infrared astronomical satellite (IRAS) catalogs and atlases. Volume 1: Explanatory supplement*, 1988, 1.
  25. Bianchi L., Shiao B., Thilker D., *Revised Catalog of GALEX Ultraviolet Sources. I. The All-Sky Survey: GUVcat\_AIS*, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2017, 230, 24-48.
  26. Blandford R. D., Königl A., *Relativistic jets as compact radio sources.*, *The Astrophysical Journal*, 1979, 232, 34-48.
  27. Boller T., Freyberg M. J., Trümper J., Haberl F., HRC W., Nandra K., *Second ROSAT all-sky survey (2RXS) source catalogue*, *Astronomy and Astrophysics*, 2016, 588, A103-129.
  28. Britto R.J., Bottacini E., Böttcher M., Buckley D.A.H., Buson S., Lott B., Marais J.P., Meintjes P.J., Razzaque S., van Soelen B., *Multiwavelength study of FERMI-LAT Blazars variability and radiation production mechanisms*, *Annual Meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics - SF2A 2016*, At: Université de Lyon, France, 2016, 93-101.
  29. Brown A. G. A., Vallenari A., Prusti T., de Bruijne J. H. J., Babusiaux C., Biermann M., Creevey O. L., Evans D. W., Eyer L., Hutton A., Jansen F., Jordi C., Klioner S. A., Lammers U., Lindegren L., Luri X., Mignard F., Panem C., Pourbaix D., Randich S., Sartoretti P., Soubiran C., Walton N. A., Arenou F., Bailer-Jones C. A. L., Bastian U., Cropper M., Drimmel R., Katz D., Lattanzi M. G., van Leeuwen F., Bakker J., Cacciari C., Castañeda J., De Angeli F., Ducourant C., Fabricius C., Fouesneau M., Frémat Y., Guerra R., Guerrier A., Guiraud J., Jean-Antoine Piccolo A., Masana E., Messineo R., Mowlavi N., Nicolas C., Nienartowicz K., Pailer F., Panuzzo P., Riclet F., Roux W., Seabroke G. M., Sordo R., Tanga P., Thévenin F., Gracia-Abril G.,

Portell J., Teyssier D., Altmann M., Andrae R., Bellas-Velidis I., Benson K., Berthier J., Blomme R., Brugaletta E., Burgess P. W., Busso G., Carry B., Cellino A., Cheek N., Clementini G., Damerджи Y., Davidson M., Delchambre L., Dell'Oro A., Fernández-Hernández J., Galluccio L., García-Lario P., Garcia-Reinaldos M., González-Núñez J., Gosset E., Haignon R., Halbwachs J.-L., Hambly N. C., Harrison D. L., Hatzidimitriou D., Heiter U., Hernández J., Hestroffer D., Hodgkin S. T., Holl B., Janßen K., Jevardat de Fombelle G., Jordan S., Krone-Martins A., Lanzafame A. C., Löffler W., Lorca A., Manteiga M., Marchal O., Marrese P. M., Moitinho A., Mora A., Muinonen K., Osborne P., Pancino E., Pauwels T., Petit J.-M., Recio-Blanco A., Richards P. J., Riello M., Rimoldini L., Robin A. C., Roegiers T., Rybizki J., Sarro L. M., Siopis C., Smith M., Sozzetti A., Ulla A., Utrilla E., van Leeuwen M., van Reeve W., Abbas U., Abreu Aramburu A., Accart S., Aerts C., Aguado J. J., Ajaj M., Altavilla G., Álvarez M. A., Álvarez Cid-Fuentes J., Alves J., Anderson R. I., Anglada Varela E., Antoja T., Audard M., Baines D., Baker S. G., Balaguer-Núñez L., Balbinot E., Balog Z., Barache C., Barbato D., Barros M., Barstow M. A., Bartolomé S., Basilana J.-L., Bauchet N., Baudesson-Stella A., Becciani U., Bellazzini M., Bernet M., Bertone S., Bianchi L., Blanco-Cuaresma S., Boch T., Bombrun A., Bossini D., Bouquillon S., Bragaglia A., Bramante L., Breedt E., Bressan A., Brouillet N., Bucciarelli B., Burlacu A., Busonero D., Butkevich A. G., Buzzi R., Caffau E., Cancelliere R., Cánovas H., Cantat-Gaudin T., Carballo R., Carlucci T., Carnerero M. I., Carrasco J. M., Casamiquela L., Castellani M., Castro-Ginard A., Castro Sampol P., Chaoul L., Charlot P., Chemin L., Chiavassa A., Cioni M.-R. L., Comoretto G., Cooper W. J., Cornez T., Cowell S., Crifo F., Crosta M., Crowley C., Dafonte C., Dapergolas A., David M., David P., de Laverny P., De Luise F., De March R., De Ridder J., de Souza R., de Teodoro P., de Torres A., del Peloso E. F., del Pozo E., Delbo M., Delgado A., Delgado H. E., Delisle J.-B., Di Matteo P., Diakite S., Diener C., Distefano E., Dolding C., Eappachen D., Edvardsson B., Enke H., Esquej P., Fabre C., Fabrizio M., Faigler S., Fedorets G., Fernique P., Fienga A., Figueras F., Fouron C., Fragkoudi F., Fraile E., Franke F., Gai M., Garabato D., Garcia-Gutierrez A., García-Torres M., Garofalo A., Gavras P., Gerlach E., Geyer

R., Giacobbe P., Gilmore G., Girona S., Giuffrida G., Gomel R., Gomez A., Gonzalez-Santamaria I., González-Vidal J. J., Granvik M., Gutiérrez-Sánchez R., Guy L. P., Hauser M., Haywood M., Helmi A., Hidalgo S. L., Hilger T., Hładczuk N., Hobbs D., Holland G., Huckle H. E., Jasniewicz G., Jonker P. G., Juaristi Campillo J., Julbe F., Karbevská L., Kervella P., Khanna S., Kochoska A., Kontizas M., Kordopatis G., Korn A. J., Kostrzewa-Rutkowska Z., Kruszyńska K., Lambert S., Lanza A. F., Lasne Y., Le Campion J.-F., Le Fustec Y., Lebreton Y., Lebzelter T., Leccia S., Leclerc N., Lecoeur-Taibi I., Liao S., Licata E., Lindstrøm E. P., Lister T. A., Livanou E., Lobel A., Madrero Pardo P., Managau S., Mann R. G., Marchant J. M., Marconi M., Marcos Santos M. M. S., Marinoni S., Marocco F., Marshall D. J., Martin Polo L., Martín-Fleitas J. M., Masip A., Massari D., Mastrobuono-Battisti A., Mazeh T., McMillan P. J., Messina S., Michalik D., Millar N. R., Mints A., Molina D., Molinaro R., Molnár L., Montegriffo P., Mor R., Morbidelli R., Morel T., Morris D., Mulone A. F., Munoz D., Muraveva T., Murphy C. P., Musella I., Noval L., Ordénovic C., Orrù G., Osinde J., Pagani C., Pagano I., Palaversa L., Palicio P. A., Panahi A., Pawlak M., Peñalosa Esteller X., Penttilä A., Piersimoni A. M., Pineau F.-X., Plachy E., Plum G., Poggio E., Poretti E., Poujoulet E., Prša A., Pulone L., Racero E., Ragaini S., Rainer M., Raiteri C. M., Rambaux N., Ramos P., Ramos-Lerate M., Re Fiorentin P., Regibo S., Reylé C., Ripepi V., Riva A., Rixon G., Robichon N., Robin C., Roelens M., Rohrbasser L., Romero-Gómez M., Rowell N., Royer F., Rybicki K. A., Sadowski G., Sagristà Sellés A., Sahlmann J., Salgado J., Salguero E., Samaras N., Sanchez Gimenez V., Sanna N., Santoveña R., Sarasso M., Schultheis M., Sciacca E., Segol M., Segovia J. C., Ségransan D., Semeux D., Shahaf S., Siddiqui H. I., Siebert A., Siltala L., Slezak E., Smart R. L., Solano E., Solitro F., Souami D., Souchay J., Spagna A., Spoto F., Steele I. A., Steidelmüller H., Stephenson C. A., Süveges M., Szabados L., Szegedi-Elek E., Taris F., Tauran G., Taylor M. B., Teixeira R., Thuillot W., Tonello N., Torra F., Torra J., Turon C., Unger N., Vaillant M., van Dillen E., Vanel O., Vecchiato A., Viala Y., Vicente D., Voutsinas S., Weiler M., Wevers T., Wyrzykowski Ł., Yoldas A., Yvard P., Zhao H., Zorec J., Zucker S.,



- Zurbach C., Zwitter T., Gaia Early Data Release 3. Summary of the contents and survey properties, *Astronomy and Astrophysics*, 2021, 649, A1-21.
30. Cao L., Wei J.-Y., Hu J.-Y., High X-ray-to-optical flux ratio RASS-BSC sources. I. The optical identification, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 1999, 135, 243-253.
  31. Cavaliere A., Compact Radiation Sources in Active Galactic Nuclei, *Gravitational Radiation, Collapsed Objects and Exact Solutions*, 1980, 124, 88.
  32. Cohen M., Wheaton W. A., Megeath S. T., Spectral Irradiance Calibration in the Infrared. XIV. The Absolute Calibration of 2MASS, *The Astronomical Journal*, 2003, 126, 1090-1096.
  33. Condon J. J., Cotton W. D., Greisen E. W., Yin Q. F., Perley R. A., Taylor G. B., Broderick J. J., The NRAO VLA Sky Survey, *The Astronomical Journal*, 1998, 115, 1693-1716.
  34. Cox A. N., Allen's astrophysical quantities, *Allen's Astrophysical Quantities*, 2000.
  35. Cutri R. M., Skrutskie M. F., van Dyk S., Beichman C. A., Carpenter J. M., Chester T., Cambresy L., Evans T., Fowler J., Gizis J., Howard E., Huchra J., Jarrett T., Kopan E. L., Kirkpatrick J. D., Light R. M., Marsh K. A., McCallon H., Schneider S., Stiening R., Sykes M., Weinberg M., Wheaton W. A., Wheelock S., Zacarias N., 2MASS All Sky Catalog of point sources., *The IRSA 2MASS All-Sky Point Source Catalog*, 2003, II/246.
  36. Cutri R. M., IPAC/WISE Science Data Center Team, WISE Final Data Release Preview, *American Astronomical Society Meeting Abstracts #219*, VizieR On-line Data Catalog: II/3116 2012, 219.
  37. Cutri R. M., Wright E. L., Conrow T., Fowler J. W., Eisenhardt P. R. M., Grillmair C., Kirkpatrick J. D., Masci F., McCallon H. L., Wheelock S. L., Fajardo-Acosta S., Yan L., Benford D., Harbut M., Jarrett T., Lake S., Leisawitz D., Ressler M. E., Stanford S. A., Tsai C.-W., Liu F., Helou G., Mainzer A., Gettnigs D., Gonzalez A., Hoffman D., Marsh K. A., Padgett D., Skrutskie M. F., Beck R., Papin M., Wittman M., VizieR Online Data Catalog: AllWISE Data Release (Cutri+ 2013), *VizieR Online Data Catalog*, 2021, 2328, II/328.

38. de Vaucouleurs G., de Vaucouleurs A., Corwin H. G., Buta R. J., Paturel G., Fouque P., Book-Review - Third Reference Catalogue of Bright Galaxies, *Sky and Telescope*, 1991, 82, 621.
39. della Ceca R., Maccacaro T., Gioia I. M., Wolter A., Stocke J. T., The Properties of X-Ray Selected Active Galactic Nuclei. II. A Deeper Look at the Cosmological Evolution, *The Astrophysical Journal*, 1992, 389, 491.
40. Evans I. N., Primini F. A., Glotfelty K. J., Anderson C. S., Bonaventura N. R., Chen J. C., Davis J. E., Doe S. M., Evans J. D., Fabbiano G., Galle E. C., Gibbs D. G., Grier J. D., Hain R. M., Hall D. M., Harbo P. N., He X. H., Houck J. C., Karovska M., Kashyap V. L., Lauer J., McCollough M. L., McDowell J. C., Miller J. B., Mitschang A. W., Morgan D. L., Mossman A. E., Nichols J. S., Nowak M. A., Plummer D. A., Refsdal B. L., Rots A. H., Siemiginowska A., Sundheim B. A., Tibbetts M. S., Van Stone D. W., Winkelman S. L., Zografou P., The Chandra Source Catalog, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2010, 189, 37-82.
41. Forman W., Jones C., Cominsky L., Julien P., Murray S., Peters G., Tananbaum H., Giacconi R., The fourth Uhuru catalog of X-ray sources., *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 1978, 38, 357-412.
42. Fukugita M., Ichikawa T., Gunn J. E., Doi M., Shimasaku K., Schneider D. P., The Sloan Digital Sky Survey Photometric System, *The Astronomical Journal*, 1996, 111, 1748.
43. Gaur H., Gupta A. C., Strigachev A., Bachev R., Semkov E., Wiita P. J., Peneva S., Boeva S., Slavcheva-Mihova L., Mihov B., Latev G., Pandey U. S., Optical flux and spectral variability of blazars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2012, 425, 3002-3023.
44. Giacconi R., Gursky H., Paolini F. R., Rossi B. B., Evidence for x Rays From Sources Outside the Solar System, *Physical Review Letters*, 1962, 9, 439-443.
45. Giacconi R., Kellogg E., Gorenstein P., Gursky H., Tananbaum H., An X-Ray Scan of the Galactic Plane from UHURU, *The Astrophysical Journal*, 1971, 165, L27.
46. Giacconi R., The HEAO-B X-ray telescope and its observing program., *Physica Scripta*, 1978, 17, 307-320.

47. Ginzburg V. L., Ozernoi L. M., On the Nature of Quasars and Active Galactic Nuclei, *Astrophysics and Space Science*, 1977, 50, 23-41.
48. Gupta A. C., Acharya B. S., Bose D., Chitnis V. R., Fan J.-H., Simultaneous Multi-Wavelength Observations of the TeV Blazar Mrk 421 during February-March, 2003: X-Ray and NIR Correlated Variability, *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics*, 2008, 8, 395-403.
49. Gurzadyan G. A., On the X-ray emission of flare stars., *Astronomy and Astrophysics*, 1971, 13, 348.
50. Gurzadyan G. A., Kazarian E. A., Krmoyan M. N., Epremyan R. A., K-2 rocket observatory, *Doklady Akad. Nauk. Arm. S.S.R.*, 1971, 53, 224-229.
51. Gurzadyan G. A., Vartanian K. V., Solar X-Ray Source Unassociated with Sunspots, *Space Science Reviews*, 1972, 13, 731-737.
52. Heckman T. M., An Optical and Radio Survey of the Nuclei of Bright Galaxies - Activity in the Normal Galactic Nuclei, *Astronomy and Astrophysics*, 1980, 87, 152.
53. Hagen H.-J., Groote D., Engels D., Reimers D., The Hamburg Quasar Survey. I. Schmidt observations and plate digitization., *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 1995, 111, 195.
54. Harris D. E., Stern Grant C. P., Andernach H., The EINSTEIN On-Line Service (EOLS), *IAU Joint Discussion*, 1994, 277-278.
55. Helfand D. J., White R. L., Becker R. H., The Last of FIRST: The Final Catalog and Source Identifications, *The Astrophysical Journal*, 2015, 801, 26-43.
56. Ho L. C., Filippenko A. V., Sargent W. L. W., Low-Luminosity Seyfert Nuclei., *IAU Colloq. 159: Emission Lines in Active Galaxies: New Methods and Techniques*, 1997, 113, 429.
57. Hoffmeister C., 354 neue Veränderliche, *Astronomische Nachrichten*, 1929, 236, 233-245.
58. Hovatta T., Pavlidou V., King O. G., Mahabal A., Sesar B., Dancikova R., Djorgovski S. G., Drake A., Laher R., Levitan D., Max-Moerbeck W., Ofek E. O., Pearson T. J., Prince T. A., Readhead A. C. S., Richards J. L., Surace J., Connection between

- optical and  $\gamma$ -ray variability in blazars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2014, 439, 690-702.
59. Hunsch M., Schmitt J. H. M. M., Voges W., The ROSAT all-sky survey catalogue of optically bright late-type giants and supergiants, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 1998, 127, 251-255.
  60. Infrared Astronomical Satellite (IRAS) Catalogs, VizieR Online Data Catalog: IRAS Point Source Reject Catalog (IRAS 1989), VizieR Online Data Catalog, 2007, 2274, II/274.
  61. Inoue H., The X-ray astronomy satellite "ASCA", *Experimental Astronomy*, 1993, 4, 1-10.
  62. Ishihara D., Onaka T., Kataza H., Salama A., Alfageme C., Cassatella A., Cox N., García-Lario P., Stephenson C., Cohen M., Fujishiro N., Fujiwara H., Hasegawa S., Ita Y., Kim W., Matsuhara H., Murakami H., Müller T. G., Nakagawa T., Ohyama Y., Oyabu S., Pyo J., Sakon I., Shibai H., Takita S., Tanabé T., Uemizu K., Ueno M., Usui F., Wada T., Watarai H., Yamamura I., Yamauchi C., The AKARI/IRC mid-infrared all-sky survey, *Astronomy and Astrophysics*, 2010, 514, A1-15.
  63. Kapanadze B., BL Lacertae Objects: A Short Review, *Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory*, 2019, 66, 121-142.
  64. Kleinman S. J., Kepler S. O., Koester D., Pelisoli I., Peçanha V., Nitta A., Costa J. E. S., Krzesinski J., Dufour P., Lachapelle F.-R., Bergeron P., Yip C.-W., Harris H. C., Eisenstein D. J., Althaus L., Córscico A., SDSS DR7 White Dwarf Catalog, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2013, 204, 5-19.
  65. Krivonos R. A., Sazonov S. Y., Kuznetsova E. A., Lutovinov A. A., Mereminskiy I. A., Tsygankov S. S., INTEGRAL/IBIS 17-yr hard X-ray all-sky survey, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2022, 510, 4796-4807.
  66. Kurtanidze O. M., Nikolashvili M. G., Kimeridze G. N., Sigua L. A., Kapanadze B. Z., Optical variability of X-ray selected blazars, *Black Holes from Stars to Galaxies - Across the Range of Masses*, 2007, 238, 399-400.
  67. La Franca F., Gregorini L., Cristiani S., de Ruiter H., Owen F., Deep VLA Observations of an Optically Selected Sample of Intermediate Redshift QSOs and

- the Optical Luminosity Function of the Radio Loud QSOs, *The Astronomical Journal*, 1994, 108, 1548.
68. Landt H., Padovani P., Perlman E. S., Giommi P., Bignall H., Tzioumis A., The Deep X-Ray Radio Blazar Survey (DXRBS) - II. New identifications, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2001, 323, 757-784.
  69. Lasker B. M., Lattanzi M. G., McLean B. J., Bucciarelli B., Drimmel R., Garcia J., Greene G., Guglielmetti F., Hanley C., Hawkins G., Laidler V. G., Loomis C., Meakes M., Mignani R., Morbidelli R., Morrison J., Pannunzio R., Rosenberg A., Sarasso M., Smart R. L., Spagna A., Sturch C. R., Volpicelli A., White R. L., Wolfe D., Zacchei A., The Second-Generation Guide Star Catalog: Description and Properties, *The Astronomical Journal*, 2008, 136, 735-766.
  70. Laurent-Muehleisen S. A., Kollgaard R. I., Ciardullo R., Feigelson E. D., Brinkmann W., Siebert J., Radio-loud Active Galaxies in the Northern ROSAT All-Sky Survey. III. New Spectroscopic Identifications from the RASS-Green Bank BL Lacertae Survey, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 1998, 118, 127-175.
  71. Liu T., Tozzi P., Wang J.-X., Brandt W. N., Vignali C., Xue Y., Schneider D. P., Comastri A., Yang G., Bauer F. E., Paolillo M., Luo B., Gilli R., Wang Q. D., Giavalisco M., Ji Z., Alexander D. M., Mainieri V., Shemmer O., Koekemoer A., Risaliti G., X-Ray Spectral Analyses of AGNs from the 7Ms Chandra Deep Field-South Survey: The Distribution, Variability, and Evolutions of AGN Obscuration, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2017, 232, 8-38.
  72. Lupton R. H., Gunn J. E., Szalay A. S., A Modified Magnitude System that Produces Well-Behaved Magnitudes, Colors, and Errors Even for Low Signal-to-Noise Ratio Measurements, *The Astronomical Journal*, 1999, 118, 1406-1410.
  73. MacLeod J. M., Andrew B. H., The Radio Source VRO 42.22.01, *Astrophysical Letters*, 1968, 1, 243-246.
  74. Massaro E., Maselli A., Leto C., Marchegiani P., Perri M., Giommi P., Piranomonte S., The 5th edition of the Roma-BZCAT. A short presentation, *Astrophysics and Space Science*, 2015, 357, 75-79.

75. Mathioudakis M., Fruscione A., Drake J. J., McDonald K., Bowyer S., Malina R. F., Activity versus rotation in the extreme ultraviolet., *Astronomy and Astrophysics*, 1995, 300, 775.
76. McMahon R. G., Irwin M. J., Maddox S. J., VizieR Online Data Catalog: The APM-North Catalogue (McMahon+, 2000), *VizieR Online Data Catalog*, 2000, 1267, I/267.
77. McCook G. P., Sion E. M., A Catalog of Spectroscopically Identified White Dwarfs, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 1999, 121, 1-130.
78. McCook G. P., Sion E. M., VizieR Online Data Catalog: Spectroscopically identified white dwarfs (McCook+, 2014), *VizieR Online Data Catalog*, 2016, 1, B/wd.
79. Mickaelian A. M., Hovhannisyanyan L. R., Engels D., Hagen H.-J., Voges W., Optical identification of ROSAT-FSC sources, *Astronomy and Astrophysics*, 2006, 449, 425-433.
80. Mickaelian A. M., Paronyan G. M., Harutyunyan G. S., Abrahamyan H. V., Gyulzadyan M. V., Multiwavelength studies of X-ray selected extragalactic sample., *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 2016, 29, 333-345.
81. Mickaelian A. M., Paronyan G. M., Abrahamyan H. V., Gigoyan K. S., Gyulzadyan M. V., Kostandyan G. R., The nature of X-ray selected star candidates, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 2016, 29, 451-464.
82. Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., Paronyan G. M., Mikayelyan G. A., Fine classification of QSOs and Seyferts for activity types based on SDSS spectroscopy, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 2021, 7, 82.
83. Monet D. G., Levine S. E., Canzian B., Ables H. D., Bird A. R., Dahn C. C., Guetter H. H., Harris H. C., Henden A. A., Leggett S. K., Levison H. F., Luginbuhl C. B., Martini J., Monet A. K. B., Munn J. A., Pier J. R., Rhodes A. R., Rieke B., Sell S., Stone R. C., Vrba F. J., Walker R. L., Westerhout G., Brucato R. J., Reid I. N., Schoening W., Hartley M., Read M. A., Tritton S. B., The USNO-B Catalog, *The Astronomical Journal*, 2003, 125, 984-993.
84. Morrissey P., Conrow T., Barlow T. A., Small T., Seibert M., Wyder T. K., Budavári T., Arnouts S., Friedman P. G., Forster K., Martin D. C., Neff S. G., Schiminovich

- D., Bianchi L., Donas J., Heckman T. M., Lee Y.-W., Madore B. F., Milliard B., Rich R. M., Szalay A. S., Welsh B. Y., Yi S. K., The Calibration and Data Products of GALEX, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2007, 173, 682-697.
85. Moshir M., Kopman G., Conrow T. A. O., IRAS Faint Source Survey, Explanatory supplement version 2, Pasadena: Infrared Processing and Analysis Center, California Institute of Technology, 1992.
86. Natali F., Giallongo E., Cristiani S., La Franca F., The Optical-Ultraviolet Continuum of a Sample of QSOs, *The Astronomical Journal*, 1998, 115, 397-404.
87. Nolan P. L., Abdo A. A., Ackermann M., Ajello M., Allafort A., Antolini E., Atwood W. B., Axelsson M., Baldini L., Ballet J., Barbiellini G., Bastieri D., Bechtol K., Belfiore A., Bellazzini R., Berenji B., Bignami G. F., Blandford R. D., Bloom E. D., Bonamente E., Bonnell J., Borgland A. W., Bottacini E., Bouvier A., Brandt T. J., Bregeon J., Brigida M., Bruel P., Buehler R., Burnett T. H., Buson S., Caliandro G. A., Cameron R. A., Campana R., Cañadas B., Cannon A., Caraveo P. A., Casandjian J. M., Cavazzuti E., Ceccanti M., Cecchi C., Çelik Ö., Charles E., Chekhtman A., Cheung C. C., Chiang J., Chipaux R., Ciprini S., Claus R., Cohen-Tanugi J., Cominsky L. R., Conrad J., Corbet R., Cutini S., D'Ammando F., Davis D. S., de Angelis A., DeCesar M. E., DeKlotz M., De Luca A., den Hartog P. R., de Palma F., Dermer C. D., Digel S. W., Silva E. do C. e ., Drell P. S., Drlica-Wagner A., Dubois R., Dumora D., Enoto T., Escande L., Fabiani D., Falletti L., Favuzzi C., Fegan S. J., Ferrara E. C., Focke W. B., Fortin P., Frailis M., Fukazawa Y., Funk S., Fusco P., Gargano F., Gasparrini D., Gehrels N., Germani S., Giebels B., Giglietto N., Giommi P., Giordano F., Giroletti M., Glanzman T., Godfrey G., Grenier I. A., Grondin M.-H., Grove J. E., Guillemot L., Guiriec S., Gustafsson M., Hadasch D., Hanabata Y., Harding A. K., Hayashida M., Hays E., Hill A. B., Horan D., Hou X., Hughes R. E., Iafate G., Itoh R., Jóhannesson G., Johnson R. P., Johnson T. E., Johnson A. S., Johnson T. J., Kamae T., Katagiri H., Kataoka J., Katsuta J., Kawai N., Kerr M., Knödseder J., Kocevski D., Kuss M., Lande J., Landriu D., Latronico L., Lemoine-Goumard M., Lionetto A. M., Llana Garde M., Longo F., Loparco F., Lott B., Lovellette M. N., Lubrano P., Madejski G. M., Marelli M., Massaro E., Mazziotta M.

N., McConville W., McEnery J. E., Mehault J., Michelson P. F., Minuti M., Mitthumsiri W., Mizuno T., Moiseev A. A., Mongelli M., Monte C., Monzani M. E., Morselli A., Moskalenko I. V., Murgia S., Nakamori T., Naumann-Godo M., Norris J. P., Nuss E., Nymark T., Ohno M., Ohsugi T., Okumura A., Omodei N., Orlando E., Ormes J. F., Ozaki M., Paneque D., Panetta J. H., Parent D., Perkins J. S., Pesce-Rollins M., Pierbattista M., Pinchera M., Piron F., Pivato G., Porter T. A., Racusin J. L., Rainò S., Rando R., Razzano M., Razzaque S., Reimer A., Reimer O., Reposeur T., Ritz S., Rochester L. S., Romani R. W., Roth M., Rousseau R., Ryde F., Sadrozinski H. F.-W., Salvetti D., Sanchez D. A., Saz Parkinson P. M., Sbarra C., Scargle J. D., Schalk T. L., Sgrò C., Shaw M. S., Shrader C., Siskind E. J., Smith D. A., Spandre G., Spinelli P., Stephens T. E., Strickman M. S., Suson D. J., Tajima H., Takahashi H., Takahashi T., Tanaka T., Thayer J. G., Thayer J. B., Thompson D. J., Tibaldo L., Tibolla O., Tinebra F., Tinivella M., Torres D. F., Tosti G., Troja E., Uchiyama Y., Vandenbroucke J., Van Etten A., Van Klaveren B., Vasileiou V., Vianello G., Vitale V., Waite A. P., Wallace E., Wang P., Werner M., Winer B. L., Wood D. L., Wood K. S., Wood M., Yang Z., Zimmer S., Fermi Large Area Telescope Second Source Catalog, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2012, 199, 31-77.

88. Oh K., Koss M., Markwardt C. B., Schawinski K., Baumgartner W. H., Barthelmy S. D., Cenko S. B., Gehrels N., Mushotzky R., Petulante A., Ricci C., Lien A., Trakhtenbrot B., The 105-Month Swift-BAT All-sky Hard X-Ray Survey, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2018, 235, 4-18.
89. Oke J. B., Absolute Spectral Energy Distributions for White Dwarfs, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 1974, 27, 21.
90. Oke J. B., Gunn J. E., The Distance of BL Lacertae, *The Astrophysical Journal*, 1974, 189, L5-L8.
91. Osterbrock D. E., Emission-line spectra of active galactic nuclei and quasars, Ninth Texas Symposium on Relativistic Astrophysics, 1980, 336, 22-38.
92. Osterbrock D. E., Pogge R. W., The spectra of narrow-line Seyfert 1 galaxies., *The Astrophysical Journal*, 1985, 297, 166-176.



93. Padovani P., The radio-loud fraction and its dependence on magnitude and redshift., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1993, 263, 461-470.
94. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., *Multiwavelength Studies of X-ray Selected AGN*, *Astronomical Society of the Pacific*, 2016, 505, 189-192.
95. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Harutyunyan G. S., Abrahamyan H. V., Mikayelyan G. A., *Activity Types of Galaxies Selected from HRC/BHRC Sample*, *Astrophysics*, 2019, 62, 147-162.
96. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., Mikayelyan G. A., *Activity Types of Galaxies Selected from an HRC/BHRC Sample. II*, *Astrophysics*, 2020, 63, 166-178.
97. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., Mikayelyan G. A., *Catalog of X-Ray Active Galactic Nuclei Based on ROSAT BSC and FSC Sources*, *Astrophysics*, 2021, 64, 277-292.
98. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., Mikayelyan G. A., Sukiasyan A. G., Hambardzumyan L. A., Mkrtchyan V. K., *Study of the X-ray properties of radio sources, based on NVSS catalogue*, *Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory*, 2023, 70, 88-93.
99. Paronyan G. M., Mickaelian A. M., Abrahamyan H. V., Mikayelyan G. A., Sukiasyan A. G., *X-ray AGN activity classes based on SDSS spectra*, *Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory*, 2024, 71, 178-184.
100. Paronyan G. M., *X-ray properties of blazars*, *Astrophysics*, 2025, 68, 5-20.
101. Perlman E. S., Padovani P., Giommi P., Sambruna R., Jones L. R., Tzioumis A., Reynolds J., *The Deep X-Ray Radio Blazar Survey. I. Methods and First Results*, *The Astronomical Journal*, 1998, 115, 1253-1294.
102. Perlmutter S., Aldering G., Goldhaber G., Knop R. A., Nugent P., Castro P. G., Deustua S., Fabbro S., Goobar A., Groom D. E., Hook I. M., Kim A. G., Kim M. Y., Lee J. C., Nunes N. J., Pain R., Pennypacker C. R., Quimby R., Lidman C., Ellis R. S., Irwin M., McMahon R. G., Ruiz-Lapuente P., Walton N., Schaefer B., Boyle B. J., Filippenko A. V., Matheson T., Fruchter A. S., Panagia N., Newberg H. J. M.,

- Couch W. J., Project T. S. C., Measurements of  $\Omega$  and  $\Lambda$  from 42 High-Redshift Supernovae, *The Astrophysical Journal*, 1999, 517, 565-586.
103. Pettersen B. R., Hawley S. L., A spectroscopic survey of red dwarf flare stars., *Astronomy and Astrophysics*, 1989, 217, 187-200.
  104. Planck M., On an Improvement of Wien's Equation for the Spectrum, *Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft*, 1900, 2, 202-204.
  105. Reber G., Notes: Cosmic Static., *The Astrophysical Journal*, 1940, 91, 621-624.
  106. Riess A. G., Strolger L.-G., Tonry J., Casertano S., Ferguson H. C., Mobasher B., Challis P., Filippenko A. V., Jha S., Li W., Chornock R., Kirshner R. P., Leibundgut B., Dickinson M., Livio M., Giavalisco M., Steidel C. C., Benítez T., Tsvetanov Z., Type Ia Supernova Discoveries at  $z > 1$  from the Hubble Space Telescope: Evidence for Past Deceleration and Constraints on Dark Energy Evolution, *The Astrophysical Journal*, 2004, 607, 665-687.
  107. Ritter H., Kolb U., Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects (Seventh edition), *Astronomy and Astrophysics*, 2003, 404, 301-303.
  108. Rowan-Robinson M., On the unity of activity in galaxies., *The Astrophysical Journal*, 1977, 213, 635-647.
  109. Sandage A., The Existence of a Major New Constituent of the Universe: the Quasistellar Galaxies., *The Astrophysical Journal*, 1965, 141, 1560-1578.
  110. Sandrinelli A., Covino S., Treves A., Long and short term variability of seven blazars in six near-infrared/optical bands, *Astronomy and Astrophysics*, 2014, 562, A79-98.
  111. Schmitt J. H. M. M., Fleming T. A., Giampapa M. S., The X-Ray View of the Low-Mass Stars in the Solar Neighborhood, *The Astrophysical Journal*, 1995, 450, 392.
  112. Schmitt J. L., BL Lac identified as a Radio Source, *Nature*, 1968, 218, 663.
  113. Schmidt M., 3C 273 : A Star-Like Object with Large Red-Shift, *Nature*, 1963, 197, 1040.
  114. Schwobe A., Hasinger G., Lehmann I., Schwarz R., Brunner H., Neizvestny S., Ugryumov A., Balega Y., Trümper J., Voges W., The ROSAT Bright Survey: II.

- Catalogue of all high-galactic latitude RASS sources with PSPC countrate  $CR > 0.2$   
 $s < \sup -1 / \sup >$ , *Astronomische Nachrichten*, 2000, 321, 1-52.
115. Seyfert C. K., Nuclear Emission in Spiral Nebulae., *The Astrophysical Journal*, 1943, 97, 28-40.
  116. Skrutskie M. F., Cutri R. M., Stiening R., Weinberg M. D., Schneider S., Carpenter J. M., Beichman C., Capps R., Chester T., Elias J., Huchra J., Liebert J., Lonsdale C., Monet D. G., Price S., Seitzer P., Jarrett T., Kirkpatrick J. D., Gizis J. E., Howard E., Evans T., Fowler J., Fullmer L., Hurt R., Light R., Kopan E. L., Marsh K. A., McCallon H. L., Tam R., Van Dyk S., Wheelock S., The Two Micron All Sky Survey (2MASS), *The Astronomical Journal*, 2006, 131, 1163-1183.
  117. Strittmatter P. A., Serkowski K., Carswell R., Stein W. A., Merrill K. M., Burbidge E. M., Compact Extragalactic Nonthermal Sources, *The Astrophysical Journal*, 1972, 175, L7- L13.
  118. Tanaka Y., Inoue H., Holt S. S., The X-Ray Astronomy Satellite ASCA, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 1994, 46, L37-L41.
  119. Urry C. M., Padovani P., Unified Schemes for Radio-Loud Active Galactic Nuclei, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 1995, 107, 803-845.
  120. Veilleux S., Osterbrock D. E., Spectral Classification of Emission-Line Galaxies, *NASA Conference Publication*, 1987, 2466, 737-740.
  121. Veron P., Goncalves A. C., Veron-Cetty M.-P., AGNs with composite spectra., *Astronomy and Astrophysics*, 1997, 319, 52-66.
  122. Véron-Cetty M.-P., Véron P., A catalogue of quasars and active nuclei: 13th edition, *Astronomy and Astrophysics*, 2010, 518, A10-18.
  123. Voges W., Aschenbach B., Boller T., Bräuninger H., Briel U., Burkert W., Dennerl K., Englhauser J., Gruber R., Haberl F., Hartner G., Hasinger G., Kürster M., Pfeffermann E., Pietsch W., Predehl P., Rosso C., Schmitt J. H. M. M., Trümper J., Zimmermann H. U., The ROSAT all-sky survey bright source catalogue, *Astronomy and Astrophysics*, 1999, 349, 389-405.
  124. Voges W., Aschenbach B., Boller T., Brauninger H., Briel U., Burkert W., Dennerl K., Englhauser J., Gruber R., Haberl F., Hartner G., Hasinger G., Pfeffermann E.,

- Pietsch W., Predehl P., Schmitt J., Trumper J., Zimmermann U., Rosat All-Sky Survey Faint Source Catalogue, International Astronomical Union Circular, 2000, 7432, 3.
125. Webb N. A., Coriat M., Traulsen I., Ballet J., Motch C., Carrera F. J., Koliopanos F., Authier J., de la Calle I., Ceballos M. T., Colomo E., Chuard D., Freyberg M., Garcia T., Kolehmainen M., Lamer G., Lin D., Maggi P., Michel L., Page C. G., Page M. J., Perea-Calderon J. V., Pineau F.-X., Rodriguez P., Rosen S. R., Santos Lleo M., Saxton R. D., Schwobe A., Tomás L., Watson M. G., Zakardjian A., The XMM-Newton serendipitous survey. IX. The fourth XMM-Newton serendipitous source catalogue, *Astronomy and Astrophysics*, 2020, 641, A136-149.
  126. Weedman D. W., Emission line galaxies, *Vistas in Astronomy*, 1977, 21, 55-70.
  127. Weisskopf M. C., Advanced X-ray Astrophysics Facility (AXAF)., Active optical devices and applications, 1980, 228, 106-116.
  128. Wien W., Sitzungberichte der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften, Eine neue Beziehung der Strahlung Schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Warmetheorie, 1893, 1, 55-62.
  129. Winkler H., Variability studies of Seyfert galaxies - II. Spectroscopy., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1992, 257, 677-688.
  130. Wisotzki L., Quasar spectra and the K correction, *Astronomy and Astrophysics*, 2000, 353, 861-866.
  131. Woltjer L., Emission Nuclei in Galaxies., *The Astrophysical Journal*, 1959, 130, 38-44.
  132. Zel'dovich Y. B., Novikov I. D., The Radiation of Gravity Waves by Bodies Moving in the Field of a Collapsing Star, *Soviet Physics Doklady*, 1964, 9, 246.
  133. Zhang B.-K., Zhou X.-S., Zhao X.-Y., Dai B.-Z., Long-term optical-infrared color variability of blazars, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 2015, 15, 1784, 1-11.
  134. Zickgraf F.-J., Engels D., Hagen H.-J., Reimers D., Voges W., The Hamburg/RASS Catalogue of optical identifications. Northern high-galactic latitude ROSAT Bright

- Source Catalogue X-ray sources, *Astronomy and Astrophysics*, 2003, 406, 535-553.
135. Засов А.В., Постнов К.А., *Общая Астрофизика*, 2016, 3-е издание, ДМК, 576 страниц
  136. Кононович Э.В., Мороз В.И. , *Общий Курс Астрономии*, 2017, 6-е издание, ISBN 978-5-9710-4384-3, Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, 544 страниц
  137. Рудницкий Г.М. , *Конспект лекций по курсу Радиоастрономия*, 2001, Нижний Архыз, «CYGNUS», 208 страниц
  138. Сурдин В.Г. , *Галактики*, 2017, 2-е издание, 432 страниц
  139. Միքայելյան Ա., Աբրահամյան Հ., Պարոնյան Գ., Գիտության Աշխարհում, ՀՀ ԳԱԱ, 2014, 4, 36-48.
  140. <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/>
  141. <https://www.sdss.org>
  142. <http://cdsxmatch.u-strasbg.fr/>
  143. <https://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
  144. <https://ned.ipac.caltech.edu/>
  145. <https://www.originlab.com/>
  146. Gilfanov M., Merloni A., *Observational Appearance of Black Holes in X-Ray Binaries and AGN*, *Space Science Reviews*, 2014, 183, 121-148.
  147. Markarian B. E., *Galaxies with an ultraviolet continuum.*, *Astrofizika*, 1967, 3, 24-38.
  148. Markarian B. E., Lipovetsky V. A., Stepanian J. A., Erastova L. K., Shapovalova A. I., *The first Byurakan survey.. A catalogue of galaxies with UV-continuum.*, *Soobshcheniya Spetsial'noj Astrofizicheskoy Observatorii*, 1989, 62, 5-117.
  149. Kazarian M. A., *New galaxies with UV excess.*, *Astrofizika*, 1979, 15, 193-200.
  150. Kazarian M. A., Adibekyan V. Z., McLean B., Allen R. J., Petrosian A. R., *A catalog of Kazarian galaxies*, *Astrophysics*, 2010, 53, 57-69.
  151. Arakelian M. A., *The Galaxies of High Surface Brightness*, *Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory*, 1975, 47, 3-42.
  152. Arp H. C., Khachikian E. Y., Lynds C. R., Weedman D. W., *Two New Seyfert Galaxies*, *The Astrophysical Journal*, 1968, 152, L103.