

ՀՀ ԳԱԱ Վ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարան

Աբրահամյան Հայկ Վլոդյայի

**«Ակտիվ գալակտիկական միջուկների ռադիո և օպտիկական
հատկությունների ուսումնասիրություն»**

Ա.03.02 – «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն»

մասնագիտությամբ

ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների

թեկնածուի գիտական աստիճանի համար

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Բյուրական – 2020

Бюраканская Астрофизическая Обсерватория имени Виктора
Амбарцумяна НАН РА

Абрамян Айк Володяевич

**«Изучение радио и оптических свойств активных галактических
ядер»**

диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности А.03.02 – “Астрофизика,
радиоастрономия”

АВТОРЕФЕРАТ

Бюракан-2020

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Վ. Համբարձումյանի անվան
Բյուրականի աստղադիտարանի (ԲԱ) գիտական խորհրդում:

Գիտական ղեկավար՝ ֆ.մ.գ.թ. Միքայելյան Արեգ Մարտինի
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

ֆ.մ.գ.դ. Գագիկ Տոսիկի Տեր-Ղազարյան

ֆ.մ.գ.թ. Նարեկ Վարդանի Սահակյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ Ռուսաստանի գիտությունների ակադեմիայի
աստղագիտության ինստիտուտ:

Պաշտպանությունը կայանալու է 2020թ. սեպտեմբերի 22-ին ժամը 14:30-ին, ՀՀ
ԳԱԱ Բյուրականի աստղադիտարանում գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի
«Աստղագիտություն» 048 մասնագիտական խորհրդի նիստում (0213,
Բյուրական, Արագածոտնի մարզ):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Բյուրականի
աստղադիտարանի գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է 2020թ. օգոստոսի 4-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝

ֆ.մ.գ.թ.



Ե.Տ. Նիկողոսյան

Тема диссертации утверждена ученым советом Бюраканской астрофизической
обсерватории им. В. А. Амбарцумяна НАН РА.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук А. М. Микаелян

Официальные
оппоненты: д-р физ.-мат. наук Г.Т.Тер-Казарян

канд. физ.-мат. наук Н.В.Саакян

Ведущая организация: ИНАСАН - Институт астрономии Российской академии
наук.

Защита состоится 22-го сентября, 2020 года в 14:30 часов на заседании
специализированного совета ВАК 048 "Астрономия" Бюраканской
астрофизической обсерватории имени В. А. Амбарцумяна НАН РА (0213,
Бюракан, Арагацотнская область).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке обсерватории.

Автореферат разослан 4-го августа 2020 г.

Ученый секретарь спец. совета

канд. физ.-мат. наук



Е. Г. Никогосян

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թեմայի արդիականությունը

Տիեզերքում ամենահզոր ճառագայթման աղբյուրներից են հանդիսանում ակտիվ գալակտիկական միջուկները (ԱԳՄ): Բլազարները ԱԳՄ-երի ամենապայծառ ենթադասն են: Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն, դրանց ռեյլատիվիստական շիթերն ուղղված են դեպի դիտողը: Բլազարների գրանցված ոչ-ջերմային ճառագայթումը հիմնականում առաջանում է ռեյլատիվիստական շիթում արագացված մասնիկների փոխազդեցություններից (սինխրոտրոնային մեխանիզմ): Բլազարների, ինչպես նաև այլ ԱԳՄ-ների, ակտիվության ընդհանուր հատկությունների դուրս բերումը հանդիսանում է ժամանակակից աստղագիտության կարևորագույն խնդիրներից մեկը: Մասնավորապես, ԱԳՄ-ների կարևորագույն բնութագրիչներից են հանդիսանում ռադիո, ռենտգենյան և գամմա տիրույթում նրանց ճառագայթումները, ինչպես նաև ռադիո և օպտիկական փոփոխականությունը: Կարևոր բնութագրիչ է հանդիսանում նաև ռադիո սպեկտրային ինդեքսը, որը բնութագրում է ռադիո սպեկտրի թեքվածության չափը: Կախված ռադիո սպեկտրային ինդեքսի մեծությունից՝ կարելի է պատկերացում կազմել տվյալ աղբյուրի բնույթի վերաբերյալ: Ատենախոսության մեջ, տարբեր մեթոդներով առանձնացված և ակտիվություն դրսևորող աղբյուրների համար գնահատական է տրվել որոշ բնութագրիչ հատկությունների վերաբերյալ, մասնավորապես՝ ռադիո և օպտիկական փոփոխականության և ռադիո սպեկտրային ինդեքսների վերաբերյալ:

Ատենախոսության նպատակն ու խնդիրները

Խնդրի նպատակն է եղել հասկանալ, թե ինչպիսի ռադիո և օպտիկական հատկություններով են օժտված ակտիվ միջուկով գալակտիկաները և այդ գալակտիկաների տարբեր տարատեսակները: Կան կատարված բազմաթիվ աշխատանքներ, որոնք բնութագրում են ակտիվ միջուկով գալակտիկաները, բայց չկան հստակ դուրս բերված այն հատկությունները, որոնց հիման վրա կարելի է առանձնացնել ակտիվ միջուկով գալակտիկաները: Մասնավորապես, այդպիսի հատկություններից մեկը հանդիսանում է ակտիվ միջուկով գալակտիկաների փոփոխականությունը ռադիո և օպտիկական տիրույթներում: Սակայն մինչ այժմ չկա հստակ վերլուծություն, թե ամենաքիչն ինչքան պետք է լինի գալակտիկայի (կամ քվազարի) փոփոխականությունը ռադիո և օպտիկական տիրույթներում, որպեսզի այդ աղբյուրը համարենք

ակտիվ միջուկով գալակտիկա: Ատենախոսության մեջ մենք անդրադարձել ենք այդ հարցերին՝ ունենալով տարբեր մեթոդներով առանձնացված ակտիվ միջուկով գալակտիկաներ, փորձել ենք դուրս բերել մի շարք ռադիո և օպտիկական հատկություններ, որոնք հիմք կհանդիսասանան ակտիվ միջուկով գալակտիկաների բնորոշման համար:

Ատենախոսության կառուցվածքը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից և օգտագործված գրականության ցանկից:

Առաջին գլխում, ներածության մեջ, ներկայացված է ընդհանուր պատկերացում ակտիվ գալակտիկական միջուկների և նրանց ենթադասերի վերաբերյալ:

Երկրորդ գլխում ներկայացված է նոր ստեղծված համակարգչային ծրագիր, որի միջոցով կատարվել է խաչաձև համապատասխանեցումներ, որպես հիմք ընդունելով աղբյուրների կոորդինատների սխալանքները: Ծրագրի արդյունավետությունը ստուգելու համար նույնացումներ են կատարվել IRAS PSC և IRAS FSC շրջահայությունների միջև և ստեղծվել է IRAS PSC/FSC միացյալ կատալոգը:

Երրորդ գլխում դուրս են բերված ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրները, որոնց մի մասն ունեն օպտիկական փոփոխականություն և գնահատվել է այդ աղբյուրների ռադիո և օպտիկական փոփոխականության ամպլիտուդան:

Չորրորդ գլխում առաջին անգամ գնահատական է տրվել բլազարների օպտիկական փոփոխականության վերաբերյալ Պալոմար 1 (1949-1958թթ.) և Պալոմար 2 (1985-2000թթ.) ժամանակաշրջաններում, և գնահատվել է նրանց ամպլիտուդան:

Հինգերորդ գլխում գնահատական է տրվել ակտիվ գալակտիկաների տարբեր օպտիկական ենթադաս ունեցող աղբյուրների ռադիո սպեկտրային ինդեքսների վերաբերյալ: Կատարվել է օպտիկական դասակարգում և վերադասակարգում: Գնահատվել են աղբյուրների ֆիզիկական չափերն և դուրս է բերվել կապը ռադիո սպեկտրային ինդեքսի հետ:

Վեցերորդ գլխում դուրս են բերվել ընդհանուր հատկությունները ակտիվ գալակտիկական միջուկների և ակտիվ գալակտիկաների վերաբերյալ և կատարվել եզրակացություն:

Ատենախոսության բովանդակությունը

Գլուխ 1. Ներածության մեջ, ներկայացված է ընդհանուր պատկերացում ակտիվ գալակտիկական միջուկների վերաբերյալ:

Գլուխ 2. Մինչ 20-րդ դարի կեսերն աստղագետները հիմնականում ուսումնասիրություններ էին կատարում էլեկտրամագնիսական ալիքների օպտիկական տիրույթում: Այլ տիրույթների ուսումնասիրությունները բերեցին նրան, որ անհրաժեշտություն էր առաջանում խաչաձև նույնացումներ կատարել օպտիկական տիրույթի հետ՝ հասկանալու համար այդ աղբյուրների բնույթը: Խաչաձև նույնացումները էլեկտրամագնիսական ալիքների տարբեր տիրույթներում, ինչպես նաև նույն տիրույթում եղած տարբեր շրջահայությունների հետ, հանդիսանում էր և մինչև այժմ հանդիսանում է բավականին բարդ խնդիր: Որպեսզի խաչաձև նույնացումները լինեն հավաստի, աստղագետները յուրաքանչյուր շրջահայության համար դիտարկում են որոշակի որոնման շառավիղ, որը դիտարկվում էր տվյալ շրջահայությունը կատարած դիտակի միջին սխալանքով: Այս մեթոդով կատարված խաչաձև նույնացումները բերում են նրան, որ մենք ունենում ենք որոշակի չափով սխալ նույնացումներ և կորցնում ենք որոշակի քանակի իրական նույնացումներ:

Աստղագիտական շրջահայությունների մեծամասնությունն իր մեջ ընգրկող աղբյուրների համար տալիս է կոորդինատների սխալանքը: Հաշվի առնելով այդ, անհրաժեշտություն առաջացավ ստեղծել մի ծրագիր, որի միջոցով խաչաձև նույնացումներ կատարելիս հաշվի է առնվում յուրաքանչյուր աղբյուրի կոորդինատի սխալանքը: Մեր կողմից ստեղծված ծրագիրը տեղակայված է «Հայկական վիրտուալ աստղադիտարանի (ArVO)» կայքում¹: Ծրագիրը հնարավորություն է տալիս կատարել խաչաձև նույնացումներ երկու շրջահայությունների միջև հաշվի առնելով յուրաքանչյուր աղբյուրի սխալանքը

¹ <https://www.aras.am/Arvo/arvo.htm>

և վերցնել այն նույնացումները, որոնք գտնվել են ոչ ավելի քան եռապատիկ սխալանքի (3σ) միջակայքում:

Cross-correlation page

Please upload catalogs to correlate those with each other or with available on the server catalogs. You must read [requirements for uploaded catalogs](#) before starting a correlation.

Choose File | No file chosen
 IRAS/PSC

Choose File | No file chosen
 IRAS/FSC

By RMS - sigma
 By Radius (arcsco)

Խաչաձև նույնացումների մեր ծրագրի ստուգման համար մենք ընտրել ենք ենթակարմիր տիրոյթում կատարված շրջահայությունները՝ IRAS PSC և IRAS FSC: Արդյունքում հնարավոր եղավ միացնել IRAS PSC և IRAS FSC շրջահայությունները, ստեղծելով միացյալ IRAS PSC/FSC կատալոգը: Այն պարունակում է 345163 աղբյուր IRAS PSC և IRAS FSC շրջահայություններից, որից 73770՝ միաժամանակ երկու շրջահայություններից:

Գլուխ 3. Ակտիվ միջուկով գալակտիկաների կարևորագույն ֆիզիկական հատկություններից մեկը հանդիսանում է ռադիո և օպտիկական փոփոխականությունը: Այդ նպատակով, լիարժեք հասկանալու համար նրանց բնույթը, նպատակ դրվեց բացահայտել ռադիո փոփոխականություն (1400 ՄՀց-ում) ունեցող աղբյուրներ: Աշխատանքի համար ընտրվեցին NVSS և FIRST շրջահայությունները 1400 ՄՀց հաճախականությունում: Այս շրջահայությունները իրար հետ խաչաձև նույնացվել են օգտվելով մեր խաչաձև նույնացումների ծրագրից (գլուխ 2):

Համակարգված շեղումը հաշվի առնելուց հետո փոփոխական ռադիո աղբյուրներն առանձնացվել ենք հետևյալ բանաձևով՝

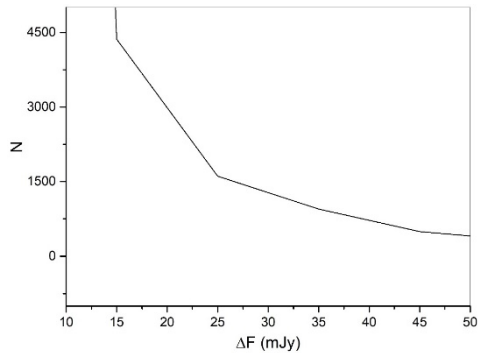
$$\Delta F = |F_{FIRST} - (F_{NVSS} - SS)| - 3\sigma \quad (3.1)$$

որտեղ σ -ն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma = \sqrt{Error_{FIRST}^2 + Error_{NVSS}^2} \quad (3.2)$$

ΔF ռադիո հոսքերի տարբերություն (ռադիո հոսքերի տատանման ամպլիտուդ), F_{FIRST} և F_{NVSS} ռադիո հոսքերն են համապատասխանաբար FIRST և NVSS շրջահայություններում, $Error_{FIRST}$ և $Error_{NVSS}$ ռադիո հոսքերի սխալանքներն են համապատասխանաբար FIRST և NVSS

շրջահայություններում, SS -ն համակարգված շեղումը FIRST և NVSS շրջահայությունների միջև, σ -ն՝ ընդհանուր ռադիո հոսքերի սխալանքը:



Նկար 3.1. ΔF ռադիո հոսքերի տարբերություն բաշխումը:

Նկար 3.1-ում պատկերված $\Delta F > 0$ ռադիո հոսքերի տարբերության բաշխումն ըստ աղբյուրների քանակի: Ինչպես երևում է նկարից՝ 15 mJy, 25 mJy և 45 mJy հոսքերի վրա նկատվում է գրաֆիկի կտրվածք: Մեր չափանիշներն ավելի խստացնելու և սխալ ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներից ազատվելու համար մենք մեր ուսումնասիրման համար վերցրել ենք այն աղբյուրները, որոնց համար $\Delta F > 15$ mJy: Արդյունքում ունենք 6301 ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուր:

Ունենալով մեծ հետաքրքրություն ներկայացնող 6301 ռադիո փոփոխականության ունեցող աղբյուրներ փորձել ենք հասկանալ, թե այս աղբյուրներից որոնք կարող են նաև ունենալ օպտիկական փոփոխականություն: Դրա համար դիտարկվել են Պալոմարի առաջին և երկրորդ ժամանակաշրջանում (POSS1 և POSS2) կատարված շրջահայությունների քարտեզների հիման վրա կազմված օպտիկական կատալոգները՝ APM, USNO A2.0, USNO B1.0 և GSC 2.3.2:

Օգտվելով 2011 թվականին Ա. Միքայելյանի աշխատանքից և ատենախոսության գլուխ 2-ից գնահատվել են լավագույն աստղային մեծությունները վիճակագրական կշռի մեթոդով:

Որպեսզի հասկանանք 6301 ռադիո փոփոխական աղբյուրներից որոնք ունեն օպտիկական փոփոխականություն օգտվել են ենք երկու մեթոդներից՝ հոսքերի տարբերության և հարաբերության: Առաջին մեթոդը հոսքերի

տարբերության մեթոդն է, որը կիրառվեց փոփոխական ռադիո աղբյուրները առանձնացման համար (բանաձև 3.1): Այսպիսով, աստղային մեծության տարբերության մեթոդի համար կիրառել ենք հետևյալ բանաձևերը [78]

$$\Delta B = |B2_{Best} - B1_{Best}| - 3\sigma_B \quad (3.13)$$

$$\Delta R = |R2_{Best} - R1_{Best}| - 3\sigma_R \quad (3.14)$$

ΔB և ΔR մեծությունները ցույց են տալիս, թե որքան աստղային մեծության տարբերությունն եռապատիկ սխալանքից կապույտ և կարմիր գույներում:

Երկրորդ մեթոդը հոսքերի հարաբերության մեթոդն է, որոնք գնահատվել են հետևյալ բանաձևերով [78]

$$B_r = \frac{|B2_{Best} - B1_{Best}|}{\sigma_B} \quad (3.15)$$

$$R_r = \frac{|R2_{Best} - R1_{Best}|}{\sigma_R} \quad (3.16)$$

B_r և R_r ցույց են տալիս, թե աստղային մեծության տարբերությունը քանի անգամ է մեծ սխալանքից:

Արդյունքում մենք ունենք 2425 փոփոխական ռադիո աղբյուր, որոնք ունեն օպտիկական փոփոխականություն որևէ գույնում POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանի համար:

Որպեսզի հնարավոր լինի առանձնացնել մեծ ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրները, անհրաժեշտ է դիտարկել նաև, թե ռադիո հոսքերի տարբերությունը քանի անգամ է մեծ այդ հոսքերի ընդհանուր սխալանքից՝

$$F_r = \frac{|(F_{FIRST} + SS) - F_{NVSS}|}{Error_{FIRST} + Error_{NVSS}} \quad (3.17)$$

որտեղ SS -ը կանոնավոր շեղումն է FIRST և NVSS շրջահայությունների միջև, F_{FIRST} և F_{NVSS} ռադիո հոսքերն են համապատասխանաբար FIRST և NVSS շրջահայություններում, $Error_{FIRST}$ և $Error_{NVSS}$ ռադիո հոսքերի սխալներն են համապատասխանաբար FIRST և NVSS շրջահայություններում:

Այն ռադիո աղբյուրները, որոնց համար $F_r > 3$ համարվում են մեծ ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներ: Դիտարկելով հետևյալ պայմանները՝ $F_r > 3$ և $\Delta F > 200$ mJy, մենք առանձնացրել ենք 260 ծայրահեղ ուժեղ փոփոխականություն ունեցող ռադիո աղբյուրներ:

Գլուխ 4. Ակտիվ միջուկով գալակտիկաների կարևորագույն տեսակներից մեկն են հանդիսանում բլազարները: Մինչ այժմ հայտնի է ընդամենը 3561 բլազար, որոնք 2015 թվականին Մասարոյի և այլոց կողմից հավաքագրվել և ներկայացված են BZCAT v.5 կատալոգում: Բլազարներ ի սկզբանե համարվում էին այն ռադիո աղբյուրները, որոնք ունեն օպտիկական փոփոխականություն: Բայց մինչև այժմ, որևէ տեղ, ընդհանրացված չկա այս աղբյուրների օպտիկական փոփոխականության մասին տեղեկատվություն:

Հասկանալու համար, թե ինչպես են տարբերվում իրարից բլազարների տարբեր դասերը, մենք գնահատել ենք այդ աղբյուրների բացարձակ աստղային մեծությունը և լուսատվությունը [95]: BZCAT v.5 կատալոգում բոլոր աղբյուրների համար տրվում են R շերտում տեսանելի աստղային մեծությունները: Հաշվի առնելով այդ աղբյուրների տեսանելի աստղային մեծությունները և կարմիր շեղումները, գնահատվել է բացարձակ աստղային մեծությունը հետևյալ բանաձևով [86]

$$M = m + 5 - 5\text{Log}D - f(z) + \Delta m(z) \quad (4.1)$$

որտեղ M -բացարձակ աստղային մեծությունն է, m -տեսանելի աստղային մեծությունը, D - հեռավորությունն է աղբյուրի, որ որոշվում է հետևյալ բանաձևով [103]

$$D = \frac{c(1+z)}{H_0} \times \int_0^z [(1+z)^3 \times \Omega_M + \Omega_\Lambda]^{-0.5} dz \quad (4.2)$$

z -կարմիր շեղումն է, իսկ $f(z)$ ուղղումն է, որը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$f(z) = -2.5 \times \text{Log}(1+z)^{1-\alpha} \quad (4.3)$$

$\Delta m(z)$ -ը $f(z)$ -ի ուղղումն է, որտեղ հաշվի է առնված այն հանգամանքը $S \sim \vartheta^{-\alpha}$ ($\alpha = 0.3$ ըստ Վերոնի աշխատանքի): Մեր հաշվարկներում տիեզերաբանական հաստատունների համար վերցրել ենք հետևյալ արժեքները՝ $\Omega_M = 0.29$, $\Omega_\Lambda = 0.71$ և $H_0 = 71$ կմ×վ⁻¹/Մպկ:

Ունենալով բացարձակ աստղային մեծությունը, մենք գնահատել ենք բլազարների լուսատվությունները հետևյալ բանաձևով՝

$$L = L_\odot \times 2.512^{M_\odot - M} \quad (4.4)$$

որտեղ L_{\odot} և M_{\odot} Արեգակի լուսատվությունը և բացարձակ աստղային մեծությունն են ($L_{\odot} = 3.83 \times 10^{33}$ էրգ.սվ⁻¹, $M_{\odot} = 4.83$):

Ունենալով 3561 բլազար BZCAT v.5 կատալոգից [87], մենք փորձել ենք դուրս բերել նրանց փոփոխականությունը POSS1 և POSS2 համեմատությամբ: Գլուխ 3-ի բաժնի նման դիտարկվել են Պալոմարի առաջին և երկրորդ ժամանակաշրջանում (POSS1 և POSS2) կատարված շրջահայությունների քարտեզների հիման վրա կազմված օպտիկական կատալոգները՝ APM, USNO A2.0, USNO B1.0 և GSC 2.3.2:

Որպեսզի հասկանանք, թե բլազարներից որոնք ունեն օպտիկական փոփոխականություն, օգտվել են ենք երկու մեթոդներից՝ հոսքերի տարբերության (բանաձևեր 3.13, 3.14) և հարաբերության (բանաձևեր 3.15, 3.16): Այս մեթոդները կիրառեցինք նաև փոփոխական ռադիո աղբյուրների օպտիկական փոփոխականությունը դիտարկելու համար (գլուխ 3): Արդյունքում ունենք 2121 փոփոխական ռադիո աղբյուր, որոնք ունեն օպտիկական փոփոխականություն որևէ գույնում POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանի համար: Ինչպես նաև ունենք 51 «ծայրահեղ ուժեղ փոփոխականություն» և 121 «ուժեղ փոփոխականություն» ունեցող աղբյուրներ:

Ժամանակակից աստղագիտության մեջ մեծ հետաքրքրություն է իրենից ներկայացնում Gaia DR2 շրջահայությունը, որը տալիս է որոշակի ինֆորմացիա աղբյուրների փոփոխականության վերաբերյալ պայմանական կարճ ժամանակահատվածի համար (POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանի համեմատ): Մենք կատարել ենք բոլոր բլազարների խաչաձև նույնացում Gaia DR2-ի հետ և արդյունքում ունենք 3318 (93 %) նույնացում, որոնցից միայն ըստ Gaia DR2-ի միայն փոփոխական են երեք աղբյուր՝ 5BZBJ0615-3117, 5BZBJ1233-0144 և 5BZQJ1415+0832: Այս աղբյուրներից երկուսը՝ 5BZBJ0615-3117 և 5BZBJ1233-0144 նաև փոփոխական են POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանում:

Գլուխ 5. Ակտիվ միջուկով գալակտիկաները բաժանվում են մի քանի դասի՝ ռադիո գալակտիկաներ, Սեյֆերտի տիպի գալակտիկաներ, քվազարներ, բլազարներ, լայներներ և այլ: Ակտիվ գալակտիկաների կարևորագույն ռադիո հատկություններից մեկը նրանց ռադիո սպեկտրային ինդեքսն է, որը

բնութագրում է աղբյուրի էներգիայի սպեկտրային բաշխման (Spectral Energy Distribution, SED) թեքվածությունն էլեկտրամագնիսական ալիքների ռադիո տիրույթում:

Որպեսզի հասկանանք ակտիվ միջուկով գալակտիկաների ռադիո և օպտիկական հատկությունները, մենք դիտարկել ենք VCV-13 (The Catalogue of Quasars and Active Nuclei, 13th version) կատալոգը: Այս կատալոգը պարունակում է՝ 133336 քվազար, 1374 բլազար և 34231 ակտիվ գալակտիկա (ներառյալ 16517 Seyfert 1.0): Մեր ուսումնասիրման համար մենք դիտարկել ենք 34231 ակտիվ գալակտիկաները: Աշխատանքի համար ընտրվել այն աղբյուրները, որոնց տեսանելի աստղային մեծություններն ընկած են 12^m մինչև 19^m միջակայքում: Հաջորդ քայլով, ընտրված աղբյուրները մեր ծրագրի միջոցով (գլուխ 2) նույնացրել ենք հետևյալ ռադիո շրջահայությունների հետ՝ FIRST, NVSS, 87GB, GB6, 3C, 4C, 7C, 8C, 9C, 10C, SUMSS, WISH, WENSS, Molonglo Reference Catalogue of Radio Sources, Texas Survey of radio sources at 365 MHz, Miyun 232 MHz survey, CLASS survey of radio sources, 74 MHz VLA Low-frequency Sky Survey Redux և The GMRT 150 MHz all-sky radio survey: Այս բոլոր շրջահայություններն ընդգրկում են 38 ՄՀց-ից մինչև 15.7 ԳՀց հաճախականությունը:

Մինչ ռադիո հատկություններին անցնելը, մենք կատարել ենք 198 ակտիվ գալակտիկաների դասակարգում և վերադասակարգում օգտվելով SDSS DR15 շրջահայության սպեկտրներից: Օգտվելով SDSS DR 15 շրջահայությունից, այս 198 ակտիվ գալակտիկաներից միայն 96-ի համար են առկա սպեկտրները: Այդ 96 ակտիվ գալակտիկաների համար կատարվել է դասակարգում և վերադասակարգում: Արդյունքում այս 96 գալակտիկաներից 85 % փոխել են իրենց դասը:

Հասկանալու համար, թե մեր դիտարկած 198 ակտիվ գալակտիկաների որոշ օպտիկական հատկություններ ինչպես են կապված ռադիո հատկությունների հետ, գնահատվել են այդ աղբյուրների բացարձակ աստղային մեծությունը և լուսատվությունը: Այդ մեծությունները գնահատվել են օգտվելով 4.1-ից 4.4 բանաձևերից (գլուխ 4):

Ակտիվ գալակտիկաների ամենակարևոր բնութագրիչներից մեկը հանդիսանում է ռադիո սպեկտրային ինդեքսը: Այն բնութագրում է ռադիո սպեկտրի թեքվածության չափը: Ունենալով 6 և ավել ռադիո հոսքեր տարբեր հաճախականություններում այդ աղբյուրների համար կառուցել ենք ռադիո սպեկտրները (I_{flux} vs $I_{\text{frequencies}}$): Դրանց հիման վրա գնահատել են ռադիո սպեկտրային ինդեքսները 198 ակտիվ գալակտիկաների համար:

Աղյուսակ 5.9-ում բերված են մեր աղբյուրների միջին ռադիո սպեկտրային ինդեքսի տվյալները:

<i>Ակտիվության դաս</i>	<i>Ռադիո սպեկտրային ինդեքս</i>
Seyfert	-0.6013±0.027
LINER	-0.5955±0.025
HII	-0.6672±0.039
Composite	-0.7128±0.043
<i>Ընդհանուր</i>	<i>-0.6089±0.056</i>

Աղյուսակ 5.9. *Ակտիվ գալակտիկաների միջին ռադիո սպեկտրային ինդեքսները:*

Sy-ներն և LINER-ները միջինում ունեն միանման ռադիո սպեկտրներ, իսկ HII-երն ունեն միջինում ավելի թեք ռադիո սպեկտրներ քան Sy-ներն և LINER-ները: Քանի որ 198 ակտիվ գալակտիկաների կարմիր շեղումներն առկա են, մենք գնահատել ենք այդ աղբյուրների ֆիզիկական չափերը: Դրա համար օգտագործել ենք հետևյալ հայտնի բանաձևը՝

$$\tan(\theta/2) = \frac{x}{2D} \quad (5.2)$$

որտեղ θ -ն աղբյուրի անկյունային չափն է, x -ը աղբյուրի ֆիզիկական չափն է և D -ն աղբյուրի հեռավորությունն է, որը գնահատվել է 4.2 բանաձևի միջոցով: Որպես θ -ի արժեք վերցվել է աղբյուրների ամենամեծ անկյունային արժեքը (Major axes) APM [82] շրջահայությունից:

Աղյուսակ 5.11-ում բերված է դիտարկվող ակտիվ գալակտիկաների ֆիզիկական չափերի վերաբերյալ տեղեկատվություն:

Ակտիվության դաս	Ֆիզիկական չափերի տիրույթը (կիրառարտել)	Միջին ֆիզիկական չափը (կիրառարտել)	RMS (կիրառարտել)
Seyfert	2.39÷305.46	44.88	35.62
LINER	7.36÷190.19	50.15	36.14
HII	5.4÷116.35	46.81	33.81
Comp.	22.27÷107.51	50.23	22.46
Ընդհանուր	2.39÷305.46	46.97	32.26

Աղյուսակ 5.11. Ակտիվ գալակտիկաների ֆիզիկական չափերը:

Տարբեր ակտիվության դասերի աղբյուրները միջինում ունեն միանման ֆիզիկական չափեր:

Այնուամենայնիվ, օբյեկտների փոքր քանակի պատճառով այս արդյունքը վիճակագրորեն հիմնավորված չէ, հետևաբար, մեզ անհրաժեշտ է հետագա ուսումնասիրություններ կատարել օգտագործելով ավելի մեծ թվով օբյեկտներ՝ հասկանալու համար տարբեր ակտիվության դասերի ռադիո սպեկտրային ինդեքսի և ֆիզիկական չափերի իրական տարբերություններն և նմանությունները:

Արդյունքները: Գիտական նորությունը: Եզրակացություն

Գլուխ 2: Մինչ ակտիվ միջուկով գալակտիկաներին անդրադառնալն անհրաժեշտ է ունենալ հավաստի ընտրված աղբյուրներ, որոնց ընտրանքի համար անհրաժեշտ է կատարել ճշգրիտ խաչաձև նույնացումներ: Դրա համար, ինչպես մանրամասն նկարագրված է գլուխ 2-ում, ստեղծվել է խաչաձև համապատասխանեցման ծրագիր: Այդ ծրագրի միջոցով հնարավոր է կատարել խաչաձև նույնացումներ հաշվի առնելով յուրաքանչյուր աղբյուրի կոորդինատի սխալանքները և վերցնել այն նույնացումները, որոնք գտնվում են սխալանքի 3σ շրջանակում: Այս ծրագիրը հնարավորություն է տալիս հնարավորինս ճշգրիտ կատարել խաչաձև նույնացումներ: Ծրագրի

հավաստիություն ստուգելու համար դիտարկվել են ենթակարմիր տիրույթում առկա IRAS-ի երկու շրջահայությունները (IRAS PSC և FSC): Արդյունքում ունեցել ենք 73770 նույնացված աղբյուր երկու շրջահայությունից: Այս երկու շրջահայությունները միացվել են և ստեղծվել է միացյալ IRAS PSC/FSC կատալոգը, որը պարունակում է 345163 աղբյուր: IRAS PSC/FSC կատալոգի ավելի հարուստ և արդյունավետ օգտագործման համար մենք կատարել ենք խաչաձև նույնացումներ այլ ենթակարմիր շրջահայությունների հետ՝ AKARI IRC, AKARI FIS և WISE: Արդյունքում ստացված կատալոգը պարունակում է էներգիայի հոսքի տվյալներ 17 ալիքի երկարություններում՝ 12 մկմ, 25 մկմ, 60 մկմ ու 100 մկմ IRAS PSC և IRAS FSC-ից, 9 մկմ ու 18 մկմ AKARI IRC-ից, 65 մկմ, 90 մկմ, 140 մկմ ու 160 մկմ AKARI FIS-ից, 3.4 մկմ, 4.6 մկմ, 11.6 մկմ ու 22,6 մկմ WISE-ից և 1.25 մկմ, 1.65 մկմ ու 2.17 մկմ 2MASS-ից:

Գլուխ 3: Ակտիվ գալակտիկաների ռադիո և օպտիկական փոփոխականության մասին պատկերացում կազմելու համար վերցրել ենք NVSS և FIRST շրջահայությունները (1400 ՄՀց հաճախականությունում) և որպեսզի մեր ընտրանքը լինի հավաստի օգտվել ենք խաչաձև համապատասխանեցման մեր ծրագրից (գլուխ 2) Այս շրջահայությունների ուսումնասիրություններից հնարավոր եղավ առանձնացնել 79382 ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներ, որոնց համար $\Delta F > 0$ mJy: Մեր ուսումնասիրման համար ընտրված է ավելի խիստ չափանիշ $\Delta F > 15$ mJy: Արդյունքում մենք ունենք 6301 ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներ: Դիտարկելով մի շարք օպտիկական շրջահայություններ պարզվեց, որ այդ 6301-ից 2425 ունեն նաև օպտիկական փոփոխականություն POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանների դիտումների համեմատությամբ: Մեծ ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներն առանձնացնելու համար գնահատվել է, թե քանի անգամ է ռադիո հոսքերի տարբերությունը մեծ այդ հոսքերի ընդհանուր սխալանքից: Դիտարկելով հետևյալ պայմանները՝ $F_r > 3$ և $\Delta F > 200$ mJy, մենք առանձնացրել ենք 260 ծայրահեղ ուժեղ փոփոխականություն ունեցող ռադիո աղբյուրներ, որոնք մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում: Այսպիսով, որպես աղբյուրի

ակտիվության բնութագրիչ դիտարկվող ռադիո և օպտիկական փոփոխականությունների համար ունենք՝

- Ռադիո փոփոխականություն՝ $\Delta F > 15$ mJy:
- Ծայրահեղ ուժեղ ռադիո փոփոխականություն ունեցող աղբյուրներ $F_r > 3$ և $\Delta F > 200$ mJy:
- Օպտիկական փոփոխականություն ունեցող ռադիո աղբյուրներ POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանների դիտումների համեմատությամբ՝
 - 1-ին դաս՝ թույլ փոփոխականներ. $\Delta B=0.10-1.44$, $\Delta R=0.10-1.49$, $B_r=1.50-1.99$ և $R_r=1.50-1.99$:
 - 2-րդ դաս՝ միջին փոփոխականներ. $\Delta B=1.45-2.50$, $\Delta R=1.50-2.49$, $B_r=2.00-2.99$ և $R_r=2.00-2.99$:
 - 3-րդ դաս՝ ուժեղ փոփոխականներ. $\Delta B \geq 2.51$, $\Delta R \geq 2.50$, $B_r \geq 3.00$ և $R_r \geq 3.00$:

Այս պայմաններին բավարարող աղբյուրների համար կարելի է համարել, որ նրանք դրսևորում են ակտիվություն և կարելի է փորձել հասկանալ այդ ակտիվության դրսևորման բնույթը:

Գլուխ 4: Որպեսզի հասկանանք արդեն հայտնի ակտիվ միջուկով գալակտիկաների որոշ հատկություններ ընտրվեց Մասարոյի և այլոց կողմից ներկայացված BZCAT v.5 կատալոգը, որում ընդգրկված են մինչ այժմ հայտնի ընդամենը 3561 բլազար [87]: Ի սկզբանե, այս աղբյուրներն ընտրված են որպես ռադիո ակտիվություն դրսևորող աղբյուրներ, որոնք ըստ հեղինակների պետք է ունենան օպտիկական փոփոխականություն: Սակայն օպտիկական փոփոխականության և այդ փոփոխականության ամպլիտուդայի մասին որևէ տեղեկատվություն չկա: Օգտվելով մի շարք օպտիկական շրջահայություններից հնարավոր եղավ հասկանալ, որ այս 3561 աղբյուրներից 60%-ը (2121 բլազար) ունեն օպտիկական փոփոխականություն POSS1 և POSS2 ժամանակաշրջանում, որոնց համար՝

- $\overline{\Delta B(\text{mag})} = 0.1 \div 5.60$, $\overline{\Delta B(\text{mag})} = 0.65$, $\overline{\Delta R(\text{mag})} = 0.1 \div 6.94$,
 $\overline{\Delta R(\text{mag})} = 0.72$:

- $B_r(\text{range}) = 1.50 \div 357$, $\overline{B_r} = 5.71$, $R_r(\text{range}) = 1.50 \div 563$, $\overline{R_r} = 6.92$:

Բլազարների համար գնահատվել են նաև նրանց բացարձակ աստղային մեծություններն ու լուսատվոթյունները՝ $\overline{M_{BZB}} = -22.19$, $\overline{M_{BZG}} = -22.44$, $\overline{M_{BZQ}} = -22.97$, $\overline{M_{BZU}} = -22.42$, $\overline{M_{All}} = -22.78$, $M_{BZB}(\text{range}) = -18.43 \div -26.52$, $M_{BZG}(\text{range}) = -18.74 \div -27.24$, $M_{BZQ}(\text{range}) = -16.09 \div -28.26$, $M_{BZU}(\text{range}) = -17.00 \div -27.73$, $M_{All}(\text{range}) = -16.09 \div -28.26$, $\overline{L_{BZB}} = 5.05 \times 10^{44} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $\overline{L_{BZG}} = 1.12 \times 10^{45} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $\overline{L_{BZQ}} = 1.10 \times 10^{45} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $\overline{L_{BZU}} = 1.14 \times 10^{45} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $\overline{L_{All}} = 1.020 \times 10^{45} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $L_{BZB}(\text{range}) = 7.72 \times 10^{42} \div 1.33 \times 10^{46} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $L_{BZG}(\text{range}) = 1.03 \times 10^{43} \div 2.57 \times 10^{46} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $L_{BZQ}(\text{range}) = 8.92 \times 10^{41} \div 6.62 \times 10^{46} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $L_{BZU}(\text{range}) = 2.07 \times 10^{42} \div 2.91 \times 10^{46} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$, $L_{All}(\text{range}) = 8.92 \times 10^{41} \div 6.62 \times 10^{46} \frac{\text{էրգ}}{\text{վ}}$:

Օգտագործելով մի շարք ռենտգենյան և գամմա շրջահայություններ մենք ստացել ենք, որ 63% բլազարներն ակտիվ են ռենտգենյան տիրույթում, իսկ 28%՝ գամմա տիրույթում: Այսինքն, ռենտգենյան և գամմա ակտիվությունը հանդիսանում է ակտիվ միջուկով գալակտիկաների կարևորագույն հատկություններից մեկը:

Այս պայմաններին բավարարող աղբյուրները կարելի է համարել բլազարների թեկնածուներ և փորձել դիտումների կամ այլ մեթոդներով հաստատել նրանց բլազար լինելու փաստը:

Գլուխ 5: Այս բաժնում դիտարկվել է VCV-13 կատալոգը, որից առանձնացվել են այն աղբյուրները, որոնք ունեն 6 կամ ավել ռադիո հոսքեր տարբեր հաճախականություններում (38 ՄՀց-ից մինչև 15.7 ԳՀց հաճախականությունում): Արդյունքում առանձնացվել է 198 ակտիվ գալակտիկա: Կատարվել է այդ ակտիվ գալակտիկաների 96-ի համար օպտիկական դասակարգում և վերադասակարգում (որոնց օպտիկները առկա են SDSS DR15), որի հետևանքով 85%-ը փոխել են իրենց օպտիկական դասը: 4 աղբյուրներ ընդհանրապես որևէ դասակարգում չեն ունեցել, և մենք առաջին անգամ կատարել ենք նրանց օպտիկական դասակարգում: Այս

աղբյուրների համար գնահատվել են բացարձակ աստղային մեծությունները, լուսատվությունները, ռադիո սպեկտրային ինդեքսները և նրանց ֆիզիկական չափերը՝

- $\overline{M_{seffert}} = -20.98$, $\overline{M_{LINER}} = -20.27$, $\overline{M_{HII}} = -20.13$, $\overline{M_{Comp.}} = -20.34$, $\overline{L_{seffert}} = 8.08 \times 10^{43}$ էրգ/վ, $\overline{L_{LINER}} = 4.20 \times 10^{43}$ էրգ/վ, $\overline{L_{HII}} = 3.91 \times 10^{43}$ էրգ/վ, $\overline{L_{Comp.}} = 4.48 \times 10^{43}$ էրգ/վ (աղյուսակ 5.8):
- $\overline{\alpha_{seffert}} = -0.6013 \pm 0.027$, $\overline{\alpha_{LINER}} = -0.5955 \pm 0.025$, $\overline{\alpha_{HII}} = -0.6672 \pm 0.039$, $\overline{\alpha_{Comp.}} = -0.7128 \pm 0.043$ (աղյուսակներ 5.9 և 5.10):
- $\overline{x_{All}} = 46.97 \pm 32.26$ կպկ, $\overline{x_{seffert}} = 44.88 \pm 35.62$ կպկ, $\overline{x_{LINER}} = 50.15 \pm 36.14$ կպկ, $\overline{x_{HII}} = 46.81 \pm 33.81$ կպկ, $\overline{x_{Comp.}} = 50.23 \pm 22.46$ կպկ:

Sy-ները և LINER-ները միջինում ունեն միանման ռադիո սպեկտրներ, իսկ HII ունեն միջինում ավելի թեք ռադիո սպեկտրներ, քան Sy-ներն և LINER-ները:

Հեռավոր ակտիվ գալակտիկաներն ունեն ավելի թեք ռադիո սպեկտրներ:

Այստեղ դիտարկվել է նաև, ռադիո սպեկտրային ինդեքսի և աղբյուրների չափերի միջև կապը, սակայն աղբյուրների քանակի քիչ լինելու պատճառով որևէ վիճակագրական ենթադրություն չի կարելի անել: Չափերից կախված ռադիո սպեկտրային ինդեքսի ուսումնասիրությունը կարող է պարզաբանել, թե գալակտիկայի հատկապես ո՞ր տիրույթներից ո՞ր հաճախականության ճառագայթում է գալիս, քանի որ ռադիո սպեկտրային ինդեքսը ցույց է տալիս, թե ինչպես է փոխվում ճառագայթման բաշխումն ըստ հաճախականությունների: Իհարկե, լիարժեք պատկեր կունենանք մեծ վիճակագրության դեպքում:

Բոլոր աշխատանքներում աղբյուրների խաչաձև համապատասխանեցումների համար օգտագործվել է մեր ծրագիրը, որը նկարագրված է գլուխ 2-ում:

Այսպիսով, մենք ուսումնասիրել ենք տարբեր շրջահայություններից առանձնացված ակտիվ միջուկով գալակտիկաներ և դուրս ենք բերել որոշ ակտիվության հատկություններ ռադիո և օպտիկական 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 էլեկտրամագսնիսական ալիքների այլ տիրույթներում, ինչը մենք նախատեսում են կատարել մոտ ապագայում:

Ատենախոսության ստացված արդյունքների հիման վրա հրատարակված հոդվածների ցանկը

1. **Abrahamyán, H. V.** - The Nature of Active Galaxies Based on Their Radio Properties, *Astronomische Nachrichten*, 2020, DOI: 10.1002/asna.202013701, accepted
2. **Abrahamyán, H. V.; Mickaelian, A. M.; Paronyan, G. M.; Mikayelyan, G. A.** - Classification by activity type of a sample of galaxies with radio emission, *Astrophysics*, 2020, (*Астрофизика*, том 63, выпуск 3) accepted
3. **Abrahamyán, H. V.; Mickaelian, A. M.; Paronyan, G. M.; Mikayelyan, G. A.** - Optical variability of blazars, *Astronomische Nachrichten*, Volume 340, Issue 5, pp. 437-444, 2019
4. **Abrahamyán, H. V.; Mickaelian, A. M.; Paronyan, G. M.; Mikayelyan, G. A.; Gyulzadyan, M. V.** - Radio variable sources at 1400 MHz and their optical variability, *Astronomy and Computing*, Volume 25, p. 176-182, 2018
5. **Abrahamyán, H. V.; Mickaelian, A. M.; Knyazyán, A. V.** - The IRAS PSC/FSC Combined Catalogue, *Astronomy and Computing*, Volume 10, p. 99-106., 2015

Резюме: Оптическая идентификация нескольких тысяч источников IRAS показала, что IRAS Point Source и IRAS Faint Source содержат много квазаров и активных ядер галактик, звезд позднего типа, планетарных туманностей, переменных и т.д. Чтобы повысить эффективность использования IRAS PSC и FSC, которые содержат много общих источников, нужен общий каталог всех точечных источников IRAS с улучшенными данными на основе обоих каталогов. Однако взаимная корреляция каталогов не так проста, так как ассоциация многих источников относительна, и не всегда очевидно, который источник из первого каталога соответствует другому из второго каталога. Эта проблема существует в случае использования стандартных инструментов взаимной корреляции, таких как Vizier. Поэтому мы создали программу кросс-корреляции для астрономических объектов и применили её к IRAS PSC и FSC. Используя этот инструмент, мы провели идентификацию этих каталогов и для каждого объекта была использована ошибка координат и были взяты те идентификации, чей радиус идентификации не превышает 3σ . В результате мы получили 73 770 ассоциаций. Мы показали, что в случае взаимной корреляции этих каталогов с помощью Vizier нам нужно было взять радиус в 161,95 угловых секунд, чтобы не потерять какую-либо связь; однако, в этом случае много ложных ассоциаций появляются для многих источников. Кроме того, мы сделали взаимные корреляции с каталогами AKARI-IRC, AKARI-FIS и WISE. В результате мы создали каталог с 17 фотометрическими измерениями в диапазоне от 1,25 до 160 мкм.

В следующей работе мы сделали кросс-коррелирование радиокаталогов NVSS и FIRST. Имея измерения радиопотоков на той же частоте 1,4 ГГц мы смогли выделить источники, которые имеют радио-переменность. В результате было выявлено 79 382 радиопеременных, в том числе 6301 источников в котором разница потоков на частоте 1,4 ГГц превышает 15 мЯн, 1917 источников в котором разница потоков > 45 мЯн и 260 источников в котором разница потоков > 200 мЯн. Используя специальный метод (Mickaelian & Sinamyuan 2010, Mickaelian et al. 2011), было обнаружено, что 2425 радио переменных источников из 6301 имеют и оптическую переменность. 1206 (19%) из 6301 радиоисточников имеют типы активности из доступных каталогов, а 619 (25,5%) из 2425 радиоисточников с одновременно радио и оптической переменностью имеют типы активности из доступных каталогов. Кроме того, 279 радиоисточников из 2425 имеют высокую переменность оптического диапазоне. Мы изучили их оптические классы активности а также были изучены оптические классы активности 110 (42%) объектов из 260, которые являются чрезвычайно высокими радио переменными.

Анализ параметров блазаров из каталога BZCAT позволяет сделать вывод, что они не имеют одинаковые свойства. Предварительным критерием для включения объекта в каталог являлось то, что объект должен иметь сильное радиоизлучение. Однако было выбрано два типа радиоисточников: объекты BL Lacertae (BLL) и квазары Flat Spectrum Radio (FSRQ). Поскольку ряд свойств типичен для блазаров (сильное радиоизлучение, оптическая переменность, непрерывный оптический спектр без линий, поляризация, высокая светимость и т.д.), используя оптические данные, мы хотим выяснить, какое свойство играет наиболее существенную роль в их классификации как блазары. Мы обнаружили, что 60% блазаров имеют оптическую переменность. Мы используем методику, разработанную на основе фотометрии POSS1 и POSS2, и группируем переменность по экстремальным, сильным, средним и низким классам. В оптическом диапазоне 51 блазар имеет сильную переменность (экстремальные переменные), а 126 - высокую переменность. Кроме того, 63% блазаров имеют рентгеновское излучение, а 28% - гамма-излучение. Мы даем среднестатистические характеристики блазаров на основе нашего анализа и расчетов. В следующей работе мы исследуем радио свойства активных галактик, взятых из каталога Véron-Cetty and Véron (2010). Галактики ограничены по звездным величинам в диапазоне 12^m - 19^m . Мы сделали кросс-корреляцию с радиокаталогами и выбрали те галактики, которые имеют радио данные 6 или более радиопотоках на разных длинах волн. В результате мы имеем 198 галактик, которые удовлетворяют этим условиям. Используя SDSS DR15, мы получили 96 спектроскопических идентификаций из 198 объектов. После классификации 85% из 96 объектов изменили свои типы. В результате, 56,7% из 198 галактик являются сейфертовскими галактиками. Для всех объектов построены радиоспектры и оценены радиоспектральные индексы. В результате получилось $\bar{\alpha} = -0.6089, 0.056$ ($\bar{\alpha}_{\text{Seyfert}} = -0.6013, 0.027$, $\bar{\alpha}_{\text{LINER}} = -0.5955, 0.025$, $\bar{\alpha}_{\text{HII}} = -0.6672, 0.039$, $\bar{\alpha}_{\text{Comp.}} = -0.7128, 0.043$).

Summary: Optical identifications of a few thousands of IRAS sources showed that IRAS Point Source and IRAS Faint Source catalogues contain many quasars and active galactic nuclei, late-type stars, planetary nebulae, variables, etc. To increase the efficiency of using IRAS PSC and FSC, which contain a lot of common sources, one needs a joint catalogue of all IRAS point sources with improved data based on both catalogues. However, cross-correlation of the catalogues is not so easy, as the association of many sources is relative, and not always it is obvious, which source from one catalogue corresponds to the other one in the second catalogue. This problem exists in case of using standard cross-correlation tools like VizieR. Therefore, we have created a tool for cross-matching astronomical catalogues and we have applied it to IRAS PSC and FSC. Using this tool we have carried out identifications with a search radius corresponding to 3σ of errors for each source individually rather than a standard radius for all sources. As a result, we obtained 73,770 associations. We showed that in case of cross-correlation of these catalogues by VizieR, we had to take 161.95 arcseconds radius not to lose any association; however, in this case a lot of false associations appear for many sources. In addition, we have made cross-correlations with AKARI-IRC, AKARI-FIS and WISE catalogues. As a result we created a catalogue with high positional accuracy and with 17 photometric measurements from 1.25 to 160 μm range, providing a detailed catalogue for IRAS point sources.

In the next work we have cross-correlated NVSS and FIRST radio catalogues having radio flux measurements at the same 1.4 GHz frequency. This way we benefit from repeated observations from both catalogues, as they give more accurate positions and fluxes and more important, reveal large differences between the two measured fluxes, thus allowing to establish radio variability. As a result, 79,382 radio variables have been revealed, including 6301 with flux differences at 1.4 GHz larger than 15 mJy, 1917 with flux differences > 45 mJy and 260 with flux differences > 200 mJy. By using a special technique (Mickaelian & Sinamyan 2010, Mickaelian et al. 2011), 2425 optically variable objects out of 6301 radio sources have been revealed. 2425 radio sources with both high radio and optical variability into four categories have been divided. 1206 (19%) out of 6301 radio sources have activity types from available catalogues and 619 (25.5%) out of 2425 radio sources with at the same time radio and optical variability have activity types from available catalogues. In addition, 279 radio sources out of 2425 have high variability in optical range. We have established their activity types when available. The IR fluxes and colours for the 6301 variable radio sources have been studied. Colour-colour

diagrams show that most of the “unknown” sources are galaxies. The activity types for 110 (42%) out of 260 extremely high variable radio sources also have been retrieved.

The analysis of blazars' parameters from BZCAT leads to a conclusion that they do not have the same properties. The preliminary criterion to include an object in the catalog was the strong radio emission; however, two type of radio sources were selected: BL Lacertae (BLL) objects and Flat Spectrum Radio Quasars (FSRQ). As a number of properties are typical of blazars (strong radio emission, optical variability, continuum optical spectra without lines, polarization, high luminosity, etc.), using the optical data, we investigate them to clarify which property plays the most significant role in their classification as blazars. We found that 60% of blazars have optical variability. We use a technique developed based on POSS1 and POSS2 photometry and group the variability into extreme, strong, medium, and low classes. In the optical range, 51 blazars have powerful variability (extreme variables), and 126 are high variables. In addition, 63% of blazars have detected radiation in X-ray and 28% have detected radiation in gamma rays. We give the average statistical characteristics of blazars based on our analysis and calculations. In the next work we investigate radio properties of active galaxies taken from Véron-Cetty and Véron (2010) catalogue. The galaxies are limited to magnitudes in the range of 12^m-19^m. We have cross-correlated the list with radio catalogues and selected those galaxies, which have data on 6 or more radio fluxes at different wavelengths. As a result, we have 198 galaxies, which satisfy these conditions. Using SDSS DR15, we have obtained 96 spectroscopic identifications out of the 198 objects. After the classification, 85% of 96 objects have changed their types. Available data on the classification of these objects and our classification showed that 56.7% of them are Seyfert galaxies. For all the objects we have built radio spectra and estimated radio spectral indices. As a result, we obtain $\bar{\alpha} = -0.6089, 0.056$ ($\bar{\alpha}_{\text{Seyfert}} = -0.6013, 0.027$, $\bar{\alpha}_{\text{LINER}} = -0.5955, 0.025$, $\bar{\alpha}_{\text{HI}} = -0.6672, 0.039$, $\bar{\alpha}_{\text{Comp.}} = -0.7128, 0.043$).

Using the spectra from the SDSS catalog, 96 objects were studied and detailed types of activity were given for them. For more confident classification we used three diagnostic diagrams and direct study of the spectra. As a result, we have changed classification for 85% of these objects.