ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
Վ.Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆ

Տիգրան Արայի Նազարյան

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆՅԱՆ ԱՌԱՋԻՆ ԵՎ ԵՐԿՐՈՐԴ ՇՐՋԱՀԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ԵՎ ՀԱՐԵՎԱՆՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.03.02 - «Աստղաֆիզիկա, ռադիոաստղագիտություն»
մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆ – 2014

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РА
БЮРАКАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ИМЕНИ
В.А. АМБАРЦУМЯНА

Тигран Араевич Назарян

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК ПЕРВОГО И ВТОРОГО БЮРАКАНСКИХ ОБЗОРОВ И ИХ СОСЕДЕЙ

АВТОРЕФЕРАТ

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

БЮРАКАН – 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Վ.Հ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի գիտական խորհրդի նիստում

Գիտական ղեկավար՝ ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու Ա.Ռ. Պետրոսյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ.	Մ.Ա. Ղազարյան
ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու	Ռ.Ա. Կանդալյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ Երևանի պետական համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 12 մայիսի 2014 թ., սկիզբը՝ ժամը 14:00-ին, ՀՀ ԳԱԱ Բյուրականի աստղադիտարանում՝ ԲՈՀ-ի «Աստղագիտության - 048» մասնագիտական խորհրդում: Հասցեն՝ 0213, Արագածոտնի մարզ, գ. Բյուրական, Բյուրականի աստղադիտարան:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ աստղադիտարանի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2014թ. ապրիլի 11-ին:
Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝
ֆիզ.-մաթ. գիտ. թեկնածու Ա.Ա. Հակոբյան

Тема диссертации утверждена на заседании ученого совета Бюраканской астрофизической обсерватории им. В.А. Амбарцумяна НАН РА

Научный руководитель: кандидат физ. мат. наук А.Р. Петросян

Официальные оппоненты:

доктор физ. мат. наук, проф.	М.А. Казарян
кандидат физ. мат. наук	Р.А. Кандалян

Ведущая организация: Ереванский государственный университет

Защита диссертации состоится 12 мая 2014 г., начало в 14:00 часов на заседании специализированного совета ВАК “Астрономии- 048”, действующего при Бюраканской астрофизической обсерватории НАН РА по адресу: 0213, обл. Арагацотн, с. Бюракан, Бюраканская астрофизическая обсерватория.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке обсерватории.
Автореферат разослан 11 апреля 2014 г.
Ученый секретарь специализированного совета,
кандидат физ. мат. наук А.А. Акопян

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թեմայի արդիականությունը

Գալակտիկաներում դիտվող անկայունության երևույթները և փոխազդեցությունները համարվում են կարևորագույն գործընթացներ, որոնք ազդում են գալակտիկաների ձևաբանության, աստղային բնակչության և քիմիական ձևափոխման վրա: Բազմաթիվ դիտողական աշխատանքներ ցույց են տվել, որ փոխազդեցությունները կապված են անկայունության երևույթների հետ: Փոխազդեցությունները խթանում են աստղառաջացումը գալակտիկաներում, ինչպես նաև առաջացնում ակտիվ գալակտիկական միջուկներ (AGN): Ենթադրվում է, որ ինչպես աստղառաջացումը, այնպես էլ AGN-ը խթանվում են միևնույն մեխանիզմով:

Չնայած փոխազդեցությունների միջոցով աստղառաջացման և AGN-ի խթանման էֆեկտները հիմնականում որոշակի մոտավորությամբ բացատրվում են ժամանակակից տեսական մոդելների միջոցով, սակայն գոյություն ունեն բազմազան գործոններ, որոնք ազդում են գալակտիկաների փոխազդեցությունների ժամանակ աստղառաջացման և AGN բռնկման, դրա էֆեկտիվության և հաճախության վրա, և այդ գործոնների վերջնական դերը պարզ չէ: Բացի այդ, տարբեր համակարգերի մեջ գտնվող գալակտիկաների ակտիվությունը և/կամ աստղառաջացումը կախված են նաև գալակտիկաների սեփական հատկություններից, և դժվար է պարզել, թե որ պրոցեսներն են առավել ազդում գալակտիկաներում աստղառաջացման և AGN-ի վրա՝ ներքին, թե արտաքին:

Կարելի է ասել, որ համասեռ շրջահայությունների միջոցով ստացված ակտիվ գալակտիկաների և դրանց սեղմ հարևանների ընտրանքները շատ կարևոր են գալակտիկաների փոխազդեցություններով պայմանավորված էֆեկտներն ուսումնասիրելու համար:

Աշխատանքի նպատակը

Ատենախոսության նպատակն է գալակտիկաների զույգերում մոտ հարևանի հետ գրավիտացիոն փոխազդեցության, միջուկի ակտիվության և աստղառաջացման միջև եղած կապերի հետազոտումը: Այս երևույթները ուսումնասիրվել են՝ քննելով գալակտիկաների ինտեգրալ պարամետրերի, աստղառաջացման և միջուկների հատկությունների կախումը համակարգերի կինեմատիկական հատկություններից, ինչպես նաև դրանց մեծամասշտաբ շրջապատից:

Պարզելու համար, թե ինչպիսի պարամետրերով փոխազդեցություններն են խթանում գալակտիկաներում ակտիվության երևույթները, և այդ երևույթները ինչպես են ընթանում փոխազդեցությունների տարբեր փուլերում, գալակտիկաների զույգերի համար որոշվել են դրանք բնութագրող մի շարք մեծություններ: Փոխազդող առանձին գալակտիկաների բազմաթիվ պարամետրերի ներառումը վիճակագրության մեջ հնարավորություն է տալիս հետազոտելու, թե տարբեր հատկություններով գալակտիկաների դեպքում ինչպես են փոխվում աստղառաջացումը և միջուկների ակտիվությունը: Մասնավորապես, ուսումնասիրվել է նաև, թե ինչպիսի ինտեգրալ հատկություններով հարևան գալակտիկաների հետ փոխազդեցություններն են առավել ուժեղ ավելացնում տվյալ գալակտիկայում աստղառաջացումը և միջուկների ակտիվությունը: Նաև հետազոտվել են զույգի անդամ գալակտիկաների հատկությունների միջև եղած կապերը: Բացի այդ, օգտագործելով գալակտիկաների զույգերում գտնվող Գերնոր աստղերը որպես «գործիք»՝ ուսումնասիրվել է գալակտիկաների փոխազդեցության կապը աստղառաջացման հետ:

Ատենախոսության գիտական նորույթը

Գալակտիկաների համակարգերում աստղառաջացումը և միջուկների ակտիվությունը ուսումնասիրելու նպատակով կազմվել է Մարգարյանի գալակտիկաներ պարունակող 217 համակարգերի, ինչպես նաև Բյուրականյան Երկրորդ Շրջահայության (SBS) գալակտիկաներով 418 զույգերի ընտրանքներ: Մարգարյանի գալակտիկաների հարևանների համար համասեռ ձևով որոշվել են Երկնքի Երկրորդ Թվայնացված Շրջահայություն (DSS-II) J_{pg} (կապույտ), F_{pg} (կարմիր), I_{pg} (մոտ ինֆրակարմիր) լուսաչափական թիթեղներից ձևաբանությունները, գալակտիկաների մեծ և փոքր տրամագծերի հարաբերությունները, ինչպես նաև դիրքային անկյունները: Մարգարյանի գալակտիկաները պարունակող զույգերի համար գնահատվել են անդամ

գալակտիկաների ձևաբանության խոտորման աստիճանները, ինչպես նաև զույգի մեծամասշտաբ շրջակայքի խտությունը:

Ցույց է տրվել, որ գալակտիկաների զույգի անդամների միջև եղած հեռավորությունը և ձևաբանության խոտորման աստիճանը ավելի հստակ են արտացոլում փոխազդեցության ուժը, քան զույգի անդամների տեսագծային արագությունների միջև տարբերությունը: Վերջինս կոռելյացվում է զույգերի մեծամասշտաբ շրջապատի խտության և զույգի անդամ գալակտիկաների ձևաբանության հետ:

Պարզվել է, որ ինչպես Մարգարյանի գալակտիկաների մոտ հարևաններն իրենց հատկություններով հիմնականում չեն տարբերվում Մարգարյանի գալակտիկաներից, այնպես էլ SBS գալակտիկաների մոտ հարևաններն իրենց հատկություններով հիմնականում չեն տարբերվում SBS գալակտիկաներից: Այդ փաստը բացատրվում է զույգի անդամ գալակտիկաների հատկությունների միջև մինչ այդ դիտված հայտնի կապերով:

Քանակապես գնահատվել է, թե կախված զույգի անդամ գալակտիկաների և դրանց շրջապատերի հատկություններից՝ որքան է գալակտիկաների փոխազդեցություններով պայմանավորված աստղառաջացման տեմպի ավելցուկը:

Ցույց է տրվել, որ AGN պարունակող գալակտիկաները միջինում գտնվում են ավելի ուժեղ փոխազդող զույգերում, քան աստղառաջացնող գալակտիկաները, և դիտվում են միջինում փոխազդեցությունների ավելի ուշ փուլերում: Ցույց է տրվել, որ միջուկի ակտիվության որոշակի դաս ունեցող գալակտիկաներն ավելի մեծ հավանականությամբ դիտվում են նման գալակտիկաների հարևանությամբ, ինչպես նաև, որ աստղառաջացնող գալակտիկաները նվազեցնում են իրենց մոտակայքում ակտիվ միջուկով գալակտիկա հայտնաբերելու հավանականությունը:

Պարզվել է, որ Ibc դասի Գերնոր աստղերը հայտնաբերվում են ավելի փոքր տեսագծային արագությունների տարբերություն ունեցող զույգ գալակտիկաներում, քան Ia և II դասի Գերնորերը: Այս արդյունքը մեկնաբանվում է որպես գալակտիկաների սեղմ զույգերում համեմատաբար ավելի բարձր աստղառաջացման տեմպի հետևանք:

Հետազոտության արդյունքների գործնական նշանակությունը և օգտագործումը

Աշխատանքում ներկայացված չափված պարամետրերի համախումբը և կատարված եզրակացությունները, մասնավորապես՝ Մարգարյանի գալակտիկաներ պարունակող 217 համակարգերի, SBS գալակտիկաներ պարունակող 418 զույգերի, և 56 Գերնոր աստղ պարունակող գալակտիկաների

զույգերի և դրանց անդամների պարամետրերը կարելի է օգտագործել ինչպես գալակտիկաների փոխազդեցությունները, այնպես էլ աստղառաջացումը և միջուկների ակտիվությունը ուսումնասիրելու նպատակով:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները

- Ակտիվ միջուկներով և բարձր աստղառաջացման տեմպ ունեցող Մարգարյանի գալակտիկաները պարունակող 217 համակարգերի, և SBS գալակտիկաներ պարունակող 418 զույգերի պարամետրերի չափում, և առանձին գալակտիկաների ինտեգրալ պարամետրերի չափում ու վիճակագրական հետազոտություն:
- Փոխազդեցություններով պայմանավորված՝ աստղառաջացման տեմպի ավելացման գնահատում և միջուկների սպեկտրային, մասնավորապես ակտիվության դասը բնորոշող հատկությունների հետազոտություն: Փոխազդեցությունների ընթացքում աստղառաջացման խթանման և AGN առաջացման վրա գալակտիկայի և հարևանի սեփական հատկությունների ազդեցության որակական գնահատում:
- Զույգի անդամ երկու գալակտիկաների պարամետրերի՝ ձևաբանությունների, աստղառաջացման տեմպի, միջուկների դասերի միջև փոխադարձ կոռելյացիաների ուսումնասիրություն:
- Գերնոր աստղերի միջոցով գալակտիկաների փոխազդեցությունների հետևանքով աստղառաջացման խթանման հետազոտում:

Հետազոտության արդյունքների փորձարկումը և հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական դրույթները քննարկվել են ՀՀ ԳԱԱ Վ.Հ. Համբարձումյանի անվան Բյուրականի աստղադիտարանի և Փարիզի աստղաֆիզիկայի ինստիտուտի (Institut d'Astrophysique de Paris) մի շարք սեմինարներում և ներկայացվել են հետևյալ միջազգային գիտաժողովներում՝ Միջազգային Աստղագիտական Միության 304-րդ սիմպոզիում (Երևան 2013թ.), Հայ-վրացական XIV համատեղ կոլոքվիում (Բյուրական 2013թ.), ԱՊՀ երկրների երիտասարդ գիտնականների գիտաժողով (Երևան 2011թ): Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն արտացոլված են հեղինակի կողմից հրապարակված չորս գիտական հոդվածներում, որոնց ցուցակը բերված է սեղմագրի վերջում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը

Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, երեք գլխից, հիմնական եզրակացություններ բաժնից, օգտագործված հապավումների և գրականության ցանկերից, և երեք հավելվածներից: Առաջին գլխում ներկայացվում են գալակտիկաների զույգերի ընտրանքների կառուցման, Մարգարյանի գալակտիկաների և հարևանների ֆիզիկական բնութագրերի չափման մեթոդները և նկարագրվում են հավելվածներ Ա և Բ-ում տեղադրված տվյալների շտեմարանները, որոնք պարունակում են Մարգարյանի գալակտիկաների հարևանների՝ մեր կողմից չափված պարամետրերը և Մարգարյանի գալակտիկաները պարունակող զույգերի պարամետրերը՝ հիմնված Երկնքի Սլոանի Թվային Շրջահայության (Sloan Digital Sky Survey, SDSS) տվյալների վրա: Քննարկվում են զույգերի ընտրանքի կազմման ընտրողական էֆեկտները և կատարվում է Մարգարյանի գալակտիկաների և հարևանների վիճակագրական համեմատություն: Ներկայացվում են Մարգարյանի գալակտիկաները պարունակող զույգերում աստղառաջացման և միջուկների ակտիվության վիճակագրական ուսումնասիրության արդյունքները, ինչպես նաև զույգի անդամ գալակտիկաների հատկությունների միջև կապերը և դրանք պայմանավորող ֆիզիկական մեխանիզմները: Երկրորդ գլխում ներկայացվում են SBS գալակտիկաների և դրանց հարևանների վիճակագրական հետազոտությունը, և այդ զույգերում աստղառաջացման և միջուկների ակտիվության վիճակագրական ուսումնասիրության արդյունքները և դրանց քննարկումը: Երրորդ գլխում քննարկվում են Գերնոր աստղերի՝ որպես աստղառաջացման ցուցիչներ օգտագործելու հնարավորությունները, ներկայացվում է գալակտիկաների զույգերում բռնկված Գերնորերի ընտրանքը, և այդ ընտրանքի միջոցով կատարվում է փոխազդող գալակտիկաներում աստղառաջացման ուսումնասիրություն: Կատարվել է նաև եզրակացություն տարբեր դասերի Գերնորերի ծնող աստղերի բնույթի վերաբերյալ: Ատենախոսության վերջում ամփոփված են հետազոտության հիմնական արդյունքները: Ատենախոսության ծավալը 158 էջ է:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ատենախոսությունը նվիրված է գալակտիկաների սեղմ զույգերում տեղի ունեցող աստղառաջացման ու միջուկների ակտիվության և գալակտիկաների փոխազդեցությունների միջև կապի ուսումնասիրությանը: Ատենախոսության ***ներածությունում*** հիմնավորվում է թեմայի արդիականությունը, ներկայացվում են հետազոտության նպատակը և հիմնախնդիրները, ատենախոսության գիտական նորույթը և կառուցվածքը:

Ատենախոսության առաջին՝ ***«Մարգարյանի գալակտիկաները և դրանց հարևանները»***, գլխում ներկայացված է Մարգարյանի գալակտիկաների շուրջը 60 կպկ շառավղով շրջապատում գտնվող մոտ հարևանների կատալոգը, որն ընդգրկում է այդ գալակտիկաների օպտիկական պարամետրերի նոր չափումներ, ինչպես նաև տվյալներ գրականությունից և հայտնի այլ տվյալների շտեմարաններից: Չափումները կատարվել են՝ օգտագործելով DSS-II J_{pg} (կապույտ), F_{pg} (կարմիր), I_{pg} (մոտ ինֆրակարմիր) լուսաչափական թիթեղներից պատկերները: Կատալոգում բերված են հարևան գալակտիկաների անվանումները, դրանց ճշգրիտ կոորդինատները, կարմիր շեղումները, որոշված ձևաբանությունները, այդ գալակտիկաների մեծ ու փոքր տրամագծերը և դրանց հարաբերությունները, ինչպես նաև դիրքային անկյունները: Բերված են նաև գալակտիկաների DSS-II և Երկու Միկրոնի վրա Ամբողջ Երկնքի շրջահայության (2MASS) աստղային մեծությունները: Տվյալների շտեմարանում Մարգարյանի գալակտիկաների ընդհանուր թիվը 277 է, և դրանց հարևանների թիվը 360:

Վերոնշյալ տվյալների շտեմարանից առանձնացվել են Մարգարյանի գալակտիկաներ պարունակող 180 զույգեր, որոնց անդամների տեսագծային արագությունների միջև տարբերությունը՝ $\mathrm{d}V < 800$ կմ վ$^{-1}$ և պրոեկտված գծային հեռավորությունը՝ Dp < 60 կպկ: Այդ զույգերի համար որոշվել են ձևաբանության խոտորման աստիճանները, ինչպես նաև, օգտվելով SDSS սպեկտրային տվյալներից՝ ուսումնասիրվել է գալակտիկաների ինտեգրային պարամետրերի, աստղառաջացման և ակտիվ գալակտիկական միջուկների (AGN) հատկությունների կախումը զույգերի կինեմատիկայից, կառուցվածքից և դրանց մեծամասշտաբ շրջապատից:

Ստացվել են հետևյալ հիմնական արդյունքները: Գալակտիկաների միջև եղած պրոեկտված գծային հեռավորությունը՝ Dp-ն, կոռելյացվում է զույգերի անդամ գալակտիկաների ձևաբանության խոտորման P աստիճանի հետ: Այդ երկու պարամետրերն էլ չեն կոռելյացվում գալակտիկաների տեսագծային

արագությունների տարբերության՝ dV-ի հետ: Dp և P-ն ավելի հստակ են արտացոլում փոխազդեցության ուժը, քան dV-ն: Վերջինը կոռելյացվում է զույգերի մեծամասշտաբ շրջապատի խտության և գալակտիկաների ձևաբանության հետ: Զույգերի երկու գալակտիկաներն էլ ունեն նման բնույթ, միակ տարբերությունն այն է, որ Մարգարյանի գալակտիկաները միջինում 0.9 աստղային մեծությամբ ավելի պայծառ են հարևաններից:

Ստացվել է, որ փոխազդեցություններով խթանված աստղառաջացման շնորհիվ ավելի փոքր Dp կամ dV ունեցող զույգերի գալակտիկաներում աստղառաջացման տեսակարար տեմպը (SSFR) միջինում 0.5 կարգով ավելի մեծ է, քան ավելի համեմատաբար մեծ Dp կամ dV ունեցող զույգերում: Նույն կամ ավելի ուշ ձևաբանական դաս ունեցող մոտ հարևանի առկայությունն ավելացնում է տվյալ գալակտիկայի SSFR-ը, մինչդեռ ավելի վաղ ձևաբանական դասի հարևանները չեն ավելացնում այն: Համեմատելի զանգվածներով հարևաների հետ փոխազդեցությունները կարող են գրգռել աստղառաջացումը և միջուկային ակտիվությունն ավելի արդյունավետ կերպով, քան փոխազդեցություններն ավելի փոքր զանգվածով հարևանների հետ:

Ակտիվ միջուկների մասնաբաժինը շատ խոտորված և ավելի փոքր Dp ունեցող զույգերում ավելի մեծ է: Որպես կանոն՝ AGN ունեցող գալակտիկաները գտնվում են ավելի ուժեղ փոխազդող համակարգերում, քան աստղառաջացնող կամ պասիվ գալակտիկաները: Զույգերի անդամների միջև գոյություն ունեն կոռելյացիաներ՝ ըստ SSFR-ի և միջուկների սպեկտրային հատկությունների: Միջուկների որոշակի ակտիվության դաս ունեցող գալակտիկաների հարևանները ավել մեծ հավանականությամբ ունեն միևնույն ակտիվության դասը:

Ատենախոսության երկրորդ՝ ***«SBS գալակտիկաները փոխազդող զույգերում»***, գլխում ընտրվել են Բյուրականյան Երկրորդ Շրջահայության (SBS) գալակտիկաները պարունակող 418 զույգեր, որոնց անդամների տեսագծային արագությունների միջև տարբերությունը՝ d$V < 800$ *կմ վ*$^{-1}$ և պրոեկցիայով հեռավորությունը իրարից՝ Dp < 100 կպկ: Ուսումնասիրվել են անդամ գալակտիկաների աստղառաջացման տեմպի և միջուկների ակտիվության կախվածությունը զույգերի կինեմատիկայից, զույգի անդամների ձևաբանություններից և զանգվածներից: Ստացվել են հետևյալ հիմնական արդունքները. հարևաններ ունեցող SBS գալակտիկաներն իրենց սպեկտրային դասերով չեն տարբերվում մեկուսացված SBS գալակտիկաներից: SBS

գալակտիկաները միջինում 0.5 աստղային մեծությամբ ավելի պայծառ են, քան դրանց հարևանները: Միևնույն ժամանակ, SBS գալակտիկաների և դրանց հարևանների գույները, ձևաբանությունները և աստղառաջացման տեմպերը վիճակագրորեն իրարից չեն տարբերվում: Գոյություն ունի թույլ, սակայն վիճակագրորեն արժեքավոր կոռելյացիա զույգերի անդամ գալակտիկաների ձևաբանությունների միջև. վաղ ձևաբանական դաս ունեցող գալակտիկայի հարևանը ևս միջինում ավելի վաղ ձևաբանական դաս ունի: Աստղառաջացնող գալակտիկաների բաժինը հարևանների ընտրանքում ավելի փոքր է, քան SBS գալակտիկաների ընտրանքում, սակայն հարևանների ընտրանքում բոլոր այլ սպեկտրային դասերի մասնաբաժինն ավելի մեծ է:

Զույգի անդամների միջև հեռավորությունը նվազելիս բոլոր ձևաբանական դասերի ենթաընտրանքներում նկատվում է տեսակարար աստղառաջացման տեմպի (SSFR) ավելացում: SSFR-ի այդ ավելացումն առավելագույնն է ավելի վաղ ձևաբանական դասերի գալակտիկաների դեպքում (1 կարգով) և նվազագույնն է ուշ դասի գալակտիկաների դեպքում: Նկատվում է SSFR-ի ավելացում բոլոր զանգվածներով գալակտիկաների մոտ: Ինչպես մաժոր, այնպես էլ մինոր փոխազդեցությունները կարող են ավելացնել SSFR-ը մոտ 0.7 կարգով, սակայն մաժոր փոխազդեցությունների դեպքում այդ էֆեկտն ավելի ցայտուն է: Ավելի վաղ ձևաբանություն ունեցող հարևանի առկայությունը չի բերում SSFR-ի աճի, միևնույն ձևաբանությամբ հարևանները ավելացնում են SSFR-ը ոչ շատ, իսկ ավելի ուշ ձևաբանությամբ հարևանները զգալիորեն՝ ավելի քան մեկ կարգով, ավելացնում են գալակտիկաների SSFR-ը:

Ատենախոսության երրորդ՝ **«Գերնոր աստղերը գալակտիկաների զույգերում»**, գլխում, օգտագործելով աստղառաջացման և միջուկի ակտիվության տարբեր դասերով զույգ գալակտիկաներում գտնվող 56 Գերնոր աստղերի ընտրանքը, ուսումնասիրվել է գալակտիկաների անմիջական հարևանների ազդեցությունը Գերնոր աստղերի և դրանց մայր գալակտիկաների հատկությունների վրա: Գերնոր աստղերի մայր գալակտիկաների վիճակագրական ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ ընտրանքի մայր գալակտիկաների և SDSS-ի Տվյալների 8-րդ թողարկման (DR8) մայր գալակտիկաների ավելի մեծ ընդհանուր ընտրանքի ձևաբանական դասերի միջև էական տարբերություն չկա: Մայր գալակտիկաների միջուկներից II դասի Գերնոր աստղերի միջին հեռավորությունը մոտ 2 անգամ գերազանցում է Ibc դասի Գերնորերի միջին հեռավորությանը: Գերնորերի՝ մայր գալակտիկաների կենտրոնից ունեցած հեռավորությունների միջին արժեքները համապատասխանում են նախկինում ավելի մեծ ընտրանքով ստացված արդյունքների հետ:

Առաջին անգամ ցույց է տրվել, որ համեմատած Ia և II դասի Գերնորերի հետ՝ Ibc դասի Գերնոր աստղերը հայտնաբերվում են ավելի փոքր տեսագծային արագությունների տարբերություն ունեցող զույգ գալակտիկաներում: Այս արդյունքը մեկնաբանվում է որպես սեղմ զույգ գալակտիկաներում համեմատաբար ավելի բարձր աստղառաջացման տեմպի հետևանք:

Գերնոր աստղերի դասերը չեն կոռելյացվում մայրական և հարևան գալակտիկաների լուսատվությունների հարաբերությունների հետ: Մայր գալակտիկաներում Գերնորերի տարածական բաշխումն իզոտրոպ է, այն չունի ուղղվածություն դեպի հարևան գալակտիկան, և կախված չէ գալակտիկաների զույգի կինեմատիկական հատկություններից: Ատենախոսության երրորդ գլխի ընդհանուր եզրակացությունն այն է, որ գալակտիկաների մոտ հարևանները կարող են ունենալ դիտվող ազդեցություն Գերնորերի բռնկման վրա՝ շնորհիվ փոխազդեցությունների միջոցով աստղառաջացման խթանման էֆեկտի:

ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

- Գալակտիկաների զույգի անդամների միջև եղած հեռավորությունը և ձևաբանության խոտորման աստիճանն ավելի հստակ են արտացոլում փոխազդեցության ուժը, քան զույգի անդամների տեսագծային արագությունների միջև տարբերությունը: Վերջինը կոռելյացվում է զույգերի մեծամասշտաբ շրջապատի խտության և գալակտիկաների ձևաբանության հետ:
- Մարգարյանի գալակտիկաների մոտ հարևաններն իրենց հատկություններով հիմնականում չեն տարբերվում Մարգարյանի գալակտիկաներից, և SBS գալակտիկաների մոտ հարևանները հիմնականում չեն տարբերվում SBS գալակտիկաներից: Իրենց սպեկտրային դասերով հարևաններ ունեցող SBS գալակտիկաները չեն տարբերվում մեկուսացված SBS գալակտիկաներից:
- Գալակտիկաների փոխազդեցությունները խթանում են աստղառաջացումը դրանցում, մասնավորապես, զանգվածի վրա նորմավորված տեսակարար աստղառաջացման տեմպն աճում է միջինում 0.5 կարգով: Այս էֆեկտը զգալի է ինչպես ըստ տեսագծային արագությունների տարբերության, այնպես էլ ըստ զույգի անդամների միջև հեռավորության փոքր արժեքներով զույգերը դիտարկելիս: Էֆեկտը դրսևորվում է բոլոր ձևաբանական դասերում, համարյա բոլոր խտությամբ շրջակայքերում, ինչպես զանգվածեղ, այնպես էլ փոքր զանգվածներով գալակտիկաների մոտ:
- Միևնույն և ավելի ուշ ձևաբանական դասերի հարևանների հետ փոխազդեցությունը խթանում է աստղառաջացումը տվյալ գալակտիկայում: Համեմատելի զանգվածներով հարևաների միջև փոխազդեցությունները կարող են խթանել աստղառաջացումը և միջուկի ակտիվությունը ավելի արդյունավետ կերպով, քան փոխազդեցությունները փոքր զանգվածեղ հարևանների հետ:
- Ակտիվ միջուկների մասնաբաժինը շատ խոտորված և ավելի ուժեղ փոխազդող զույգերում ավելի մեծ է: Որպես կանոն, AGN ունեցող գալակտիկաները գտնվում են ավելի ուժեղ փոխազդող և/կամ փոխազդեցության ավելի ուշ փուլում գտնվող համակարգերում, քան աստղառաջացնող կամ պասիվ գալակտիկաները:
- Զույգերի անդամների միջև գոյություն ունեն կոռելյացիաներ ըստ SSFR-ի և միջուկների սպեկտրային դասերի: Միջուկների որոշակի ակտիվության

դաս ունեցող գալակտիկաների հարևաններն ավելի մեծ հավանականությամբ ունեն նույն ակտիվության դասը:

- Շնորհիվ փոխազդեցությունների միջոցով աստղառաջացման խթանման էֆեկտի՝ Ibc դասի Գերնոր աստղերը, համեմատած Ia և II դասի Գերնորերի հետ, հայտնաբերվում են ավելի փոքր տեսագծային արագությունների տարբերություն ունեցող զույգ գալակտիկաներում:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները և արդյունքներն արտացոլված են հետևյալ հոդվածներում.

- **Nazaryan, T.A.**, Petrosian, A.R., McLean, B.J., “Close neighbors of Markarian galaxies. I. Optical database”, Astrophysics, **55**, 448-459, 2012.
- **Nazaryan, T.A.,** Petrosian, A.R., Hakobyan, A.A., Adibekyan, V.Z., Kunth, D., Mamon, G.A., Turatto, M., Aramyan, L.S., “Paired galaxies with different activity levels and their supernovae”, Astrophysics and Space Science, **347**, 365-374, 2013.
- **Nazaryan, T.A.**, Petrosian, A.R., Hakobyan, A.A., McLean, B.J., Kunth, D., “Close neighbors of Markarian galaxies. II. Statistics and Discussions”, Astrophysics, **57**, 14-29, 2014.
- **Nazaryan, T.A.**, “The Second Byurakan survey galaxies in close pairs”, Astrophysics, **57**, 50-58, 2014.

РЕЗЮМЕ

Целью диссертации является исследование связей в парах галактик между гравитационным взаимодействием с близким соседом, активностью ядер и звездообразованием в галактиках. Эти явления были изучены, исследуя зависимости интегральных параметров галактик, звездообразования и свойств ядер галактик от кинематических параметров систем и их крупномасштабного окружения.

Диссертация состоит из введения, трех глав, основных результатов, списков использованных сокращений и литературы, и трех приложений. В первой главе представлены методы составления выборок пар галактик, измерения физических параметров галактик Маркаряна и соседей, и описываются базы данных в приложениях А и Б, в которых содержатся измеренные нами параметры соседей галактик Маркаряна, а также параметры пар галактик, основанные на данных Слоановского Цифрового Обзора Неба (Sloan Digital Sky Survey, SDSS). Обсуждаются селекционные эффекты выборок пар галактик и проводится статистическое сравнение галактик Маркаряна и соседей. Представлены результаты статистического исследования звездообразования и активности ядер в парах галактик, содержащих галактики Маркаряна, а также связи между свойствами галактик в паре и физические механизмы, лежащие в их основе. Во второй главе представлено статистическое исследование галактик Второго Бюраканского обзора (SBS) и их соседей, а также результаты статистического исследования звездообразования и активности ядер в этих парах галактик, и их обсуждение. В третьей главе обсуждаются возможности использования сверхновых звезд в качестве индикаторов звездообразования, представлена выборка сверхновых вспыхнувших в парах галактик, и с помощью этой выборки проводится исследование звездообразования в парах взаимодействующих галактик. Сделаны также выводы о природе звезд, вспыхнувших как сверхновые. В конце диссертации кратко представлены основные результаты исследования. Диссертация состоит из 158 страниц.

Ниже перечислены основные результаты диссертации.

- Расстояние между компонентами в парах галактик и степень морфологического возмущения их членов точнее отражают силу взаимодействия между галактиками, чем разница лучевых скоростей между компонентами в паре. Последняя связана с плотностью крупномасштабного окружения пар и с морфологиями галактик.

- Близкие соседи галактик Маркаряна по их свойствам в основном не отличаются от галактик Маркаряна. Близкие соседи галактик SBS по их свойствам в основном не отличаются от галактик SBS. По спектральным классам галактики SBS, имеющие соседей, не отличаются от изолированных галактик SBS.
- Взаимодействия галактик усиливают звездообразование в них, в частности, нормированный на массу относительный темп звездообразования увеличивается в среднем на 0.5 порядка. Этот эффект проявляется как при рассмотрении пар с малыми разницами лучевых скоростей, так и пар с малыми линейными расстояниями между компонентами. Эффект проявляется у галактик всех морфологических типов, в окружениях почти с любыми значениями плотностей, а также у галактик как с большими, так и с небольшими массами.
- Взаимодействие с соседней галактикой с таким же или с более поздним морфологическим типом увеличивает темп звездообразования. Взаимодействие с соседней галактикой со сравнимой массой усиливает звездообразование и активность ядер галактик более эффективно, чем взаимодействие с относительно небольшой соседней галактикой.
- Доля активных ядер наивысшая среди морфологически более возмущенных и сильно взаимодействующих пар. По сравнению с звездообразующими или пассивными галактиками, галактики с активными ядрами, как правило, находятся в сильно взаимодействующих парах и/или в системах, находящихся в поздних стадиях взаимодействия.
- Существуют корреляции между компонентами пар галактик по темпу звездообразования и спектральным свойствам ядер. Для галактик с некоторым типом ядерной активности вероятность иметь соседнюю галактику с тем же типом активности более высока.
- Благодаря эффекту усиления звездообразования во время взаимодействий галактик, сверхновые звезды типа Ibc обнаруживаются в парах галактик со значительно меньшей разницей лучевых скоростей между компонентами, чем сверхновые типов Ia и II.

SUMMARY

In the thesis we study close pairs of galaxies with the aim of understanding the influence of gravitational interaction on nuclear activity and star formation of paired galaxies. For this purpose we investigate dependences of integral parameters of galaxies, their star formation and properties of nuclei on kinematical parameters of systems and their large-scale environment.

The thesis has an introduction, three main chapters, a summary, lists of abbreviations and references, and three appendices. In the first chapter, the methods of selection of sample of pairs of galaxies and measurements of physical parameters of Markarian galaxies and their neighbors are presented, and the databases in appendices A and B are described, which contain parameters of neighbors of Markarian galaxies measured by us, and the parameters of pairs having Markarian galaxies, based on the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) data. The selection effects of sample of pairs are discussed, and the statistical comparison of Markarian galaxies and their neighbors is done. The results of statistical study of star formation and activity of nuclei in pairs having Markarian galaxies are presented, as well as the correlations between properties of galaxies in pairs and the physical mechanisms behind them. In the second chapter, the results of statistical study of the Second Byurakan Survey (SBS) galaxies and their neighbors, and star formation and activity of nuclei in those pairs are presented and discussed. In the third chapter, possibilities of using supernovae as indicators of star formation are discussed, the sample of supernovae in pairs of galaxies is presented, and study of star formation in pairs of interacting galaxies by means of that sample of supernovae is done. Also a conclusion about the nature of progenitors of different types of supernovae is made. The short summary of main results of the study concludes the thesis. The thesis has 158 pages.

The main results are the following.

- The linear distance between members of pairs of galaxies and the degree of their morphological disturbance reflect the strength of interaction better than the difference of line-of-sight velocities of pair members. The latter correlates with the density of large-scale environment of a pair and with morphologies of paired galaxies.
- Close neighbors of Markarian galaxies mostly do not differ in their properties from that of Markarian galaxies. Close neighbors of SBS galaxies mostly do not differ in their properties from that of SBS galaxies. The SBS galaxies in pairs do not differ from isolated SBS galaxies in their properties.

- The interactions between galaxies enhance their star formation, particularly, the mass normalized specific star formation rate in paired galaxies increases by an order of 0.5 averagely. This effect is revealed when studying both pairs with smaller differences of line-of–sight velocities and pairs with smaller linear separations between components. The effect is revealed for galaxies of any morphological type, in environments with almost any density, for both high- and low-mass galaxies.
- The interaction with neighbors of the same or later morphological types enhances star formation. The interactions with neighbor galaxies of comparable masses increases star formation rate and activity of nuclei more effectively than interaction with less-massive neighbors.
- The fraction of active nuclei among more disturbed and stronger interacting pairs is the highest. Galaxies with active nuclei usually are located in stronger interacting pairs and/or in pairs with later stages of interaction, in comparison with star-forming and passive galaxies.
- Star formation rates and nuclear activity of paired galaxies are correlated. For a galaxy with a certain activity type of the nucleus, the probability of having a neighbor with the same type of activity is higher.
- Due to the effect of interaction-enhanced star formation, the supernovae of type Ibc are located in pairs with smaller differences of line-of-sight velocities than supernovae Ia and II.