

Георги Петров – ст.н.с. д-р, Валентин Копчев, Люба Славчева-Михова, Бойко Михов – н.с. д-р

ИЗВЪНГАЛАКТИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ИА НА БАН. ПРОЕКТ “ИНДИВИДУАЛНИ ГАЛАКТИКИ”

Проект “Индивидуални галактики”, наред с “Космология” и “Близки галактики”, е традиционен за извънгалактичните изследвания в Института по Астрономия. Използува се основно двуметровия телескоп на НАО-Рожен и целия комплекс от прилежаща към него апаратура – CCD камера с UVRI филтри, спектрограф UAGS с комплект решетки, осигуряващи обратни дисперсии 50, 100 и 200 Å/мм и фокален редуктор **FoReRo** с възможност за използване на гризма. Става дума за широкомащабно фотометрично, спектроскопично и спектрофотометрично изследване на емисионни галактики, галактики с активни ядра, квазари и разсеяни звездни купове. Набляга се на възможността да се използва комплексът от уникална апаратура за всеобхватно изследване на избраните обекти по единна методика и с една и съща апаратура, което очевидно дава възможност да се получат вътрешно съгласувани наблюдателни данни. Това позволява да се правят по-глобални изводи относно техните свойства и да се направи сравнение с различни теоретични модели.

Основните направления на изследванията включват следните задачи:

1. Галактики с активни ядра, звездообразуване и box/realist галактики

1.1. Спектрофотометрично изследване на активни ядра на галактики

В някои галактични ядра съществуват мощни области от йонизирани газове и горещи звезди, резултат от активно звездообразуване. В случая на галактиките с активни ядра, обаче, които съставляват около 1% от "нормалните" галактики, протичащите процеси не могат да бъдат обяснени само с активността на съдържащите се в тях газ и горещи звезди. Основните признаци за разпознаване на активни галактични ядра са: излъчването на ядрото съставлява значима част от излъчването на галактиката; нетоплинно и/или засилено излъчване в сравнение с нормалните галактики в ултравиолетовата (УВ), инфрачервената (ИЧ), радио и рентгеновата област; променливо излъчване на ядрото; широки емисионни линии в спектъра на ядрото. Търси се връзка между активните ядра и свойствата на родителските им галактики. По V, R, I - изображения на тези галактики се изследват фотометричните им профили и се проследява изменението на цветовете им характеристики с изменение на разстоянието от ядрото [1;2;3;4].

Според общоприетата терминология галактиките с активни ядра се разделят на няколко основни типа: Сийфъртови галактики (I и II тип), N-галактики, лацертиди. Към тях най-общо казано, се отнасят и квазарите (виж по-долу) и радиогалактиките.

Сийфъртовите галактики са обекти с ярки звездообразни ядра и силни широки емисионни линии (Сийфърт, 1943), свидетелстващи за движение на газове с високи скорости. Голяма част от тях са спирални галактики. Източници са на мощно (10^{39} - 10^{45} erg/s) нетоплинно излъчване с непрекъснат спектър в диапазона 10^{12} - 10^{22} херца.

N - галактиките са гигантски елипсоидални звездни системи с необичайно ярко, звездоподобно ядро и слаба протяжна обвивка. Излъчването им в непрекъснатата част на спектъра има нетоплинен характер и се наблюдава аномално голямо излъчване в късовълновия диапазон.

Лацертидите са получили названието си от обекта *BL Lac*. Имат вид на звездоподобни обекти с мъглява обвивка, характеризират се с оптическа променливост с голяма амплитуда (до 4 - 5 зв. вел.), променливо радиоизлъчване и забележима поляризация на излъчването. В оптичния им спектър практически няма емисионни линии.

Изграждането на теоретичните модели на активните галактични ядра се основава на резултатите от анализа на техните линейни и непрекъснати спектри и трябва да отговори на въпроса как в такава малка по размери област се генерира такова мощно излъчване. Общоприетият модел на активно галактично ядро включва акреция към централна свръхмасивна черна дупка.

Изучаването на непрекъснатия и линеен емисионен спектър на галактиките с активни ядра се извършва с методите на спектрофотометрията. Полученият спектър се анализира и разпределението на енергията в него се сравнява с теоретичните разчети за нетоплинно излъчване на централното тяло. От спектъра се получават лъчевите скорости и разстоянията до обектите.

По-долу на **Fig.1** са представени илюстрации на някои характерни галактики с активни ядра, изследвани с 2-м телескоп – галактиките NGC 3227, Mrk 1040, NGC 7469 Ha, NGC 4151, NGC 5506, NGC 5548 и кратка характеристика на обектите.

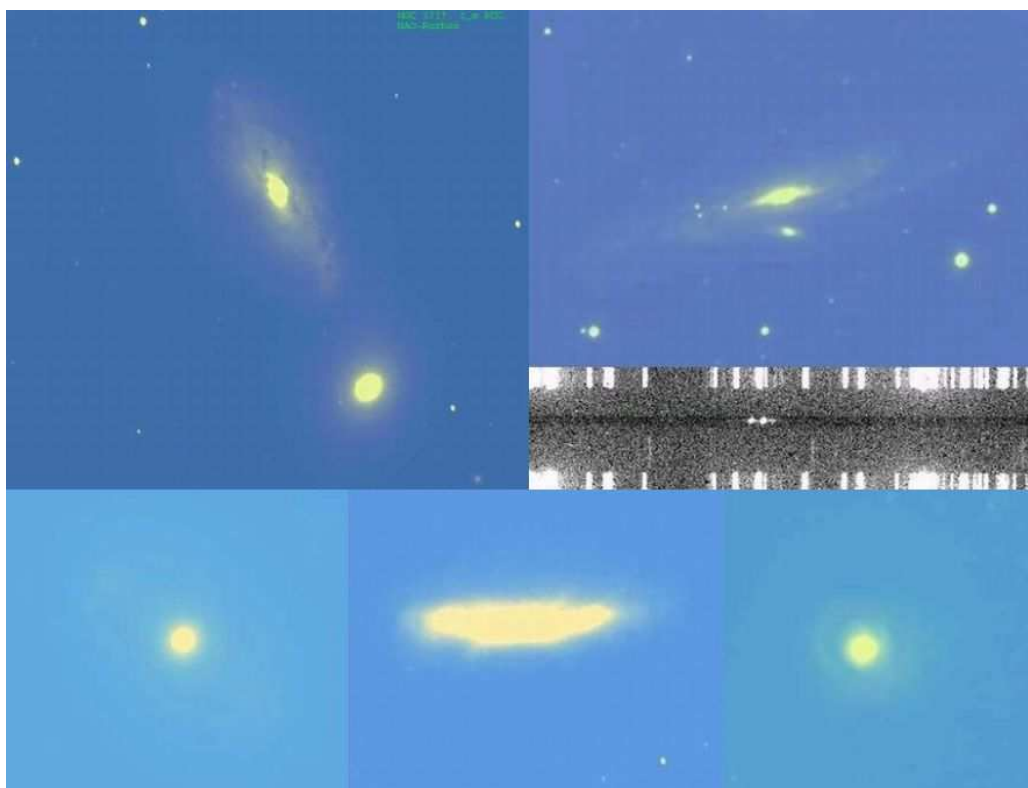
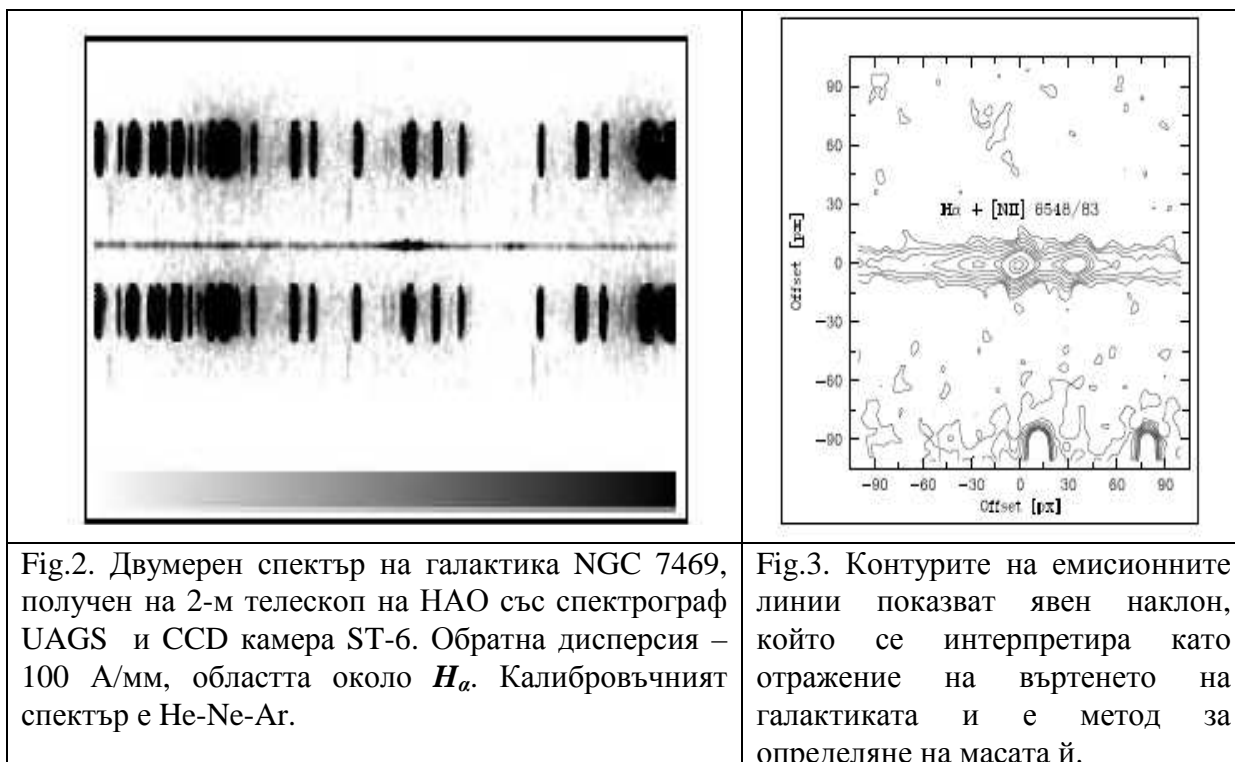


Fig.1. Характерни галактики с активни ядра, изследвани с 2-м телескоп – NGC 3227, Mrk 1040, NGC 7469 Ha, NGC 4151, NGC 5506, NGC 5548.

- *NGC 3227* е Сийфърт 1.5 галактика от SAB тип, взаимодействаща си с по-малка елиптична галактика. Силен източник в инфрачервения, рентгеновия и ултравиолетовия диапазон. Променлив в рентгеновия диапазон с голяма амплитуда. Наблюдават се приливни образувания.
- *Markarian 1040* – добре изучена Сийфърт 1 галактика със спътник. Силен и променлив рентгенов източник. Изявени емисионни линии на кислород, сяра, азот, силиций в оптичния диапазон.
- *NGC 7469* – спектър на галактиката в областта на линията на водорода H-алфа, получен със спектрограф и ССД камера към 2-м телескоп на НАО
- *NGC 4151* е Сийфърт 1 галактика – една от най-известните и изследвани галактики от списъка на Сийфърт. Наблюдава се силен външен бар. Емисионни линии на азот, кислород, въглерод в оптичния и спектър.
- *NGC 5506* – Сийфърт 2 галактика. Променлив инфрачервен източник.
- *NGC 5548* е Сийфърт 1 галактика. Класифицирана е като активно галактично ядро с ниска светимост, радио, рентгенов и ултравиолетов източник. В ултравиолетовия спектър присъстват емисионни линии на хелий, кислород, въглерод.

Фигури 2 до 5 представят основните стъпки на спектрофотометричното изследване на примера на класическата сейфертова галактика NGC 7469 и на Маркаряновите галактики 335 и 509 [2].



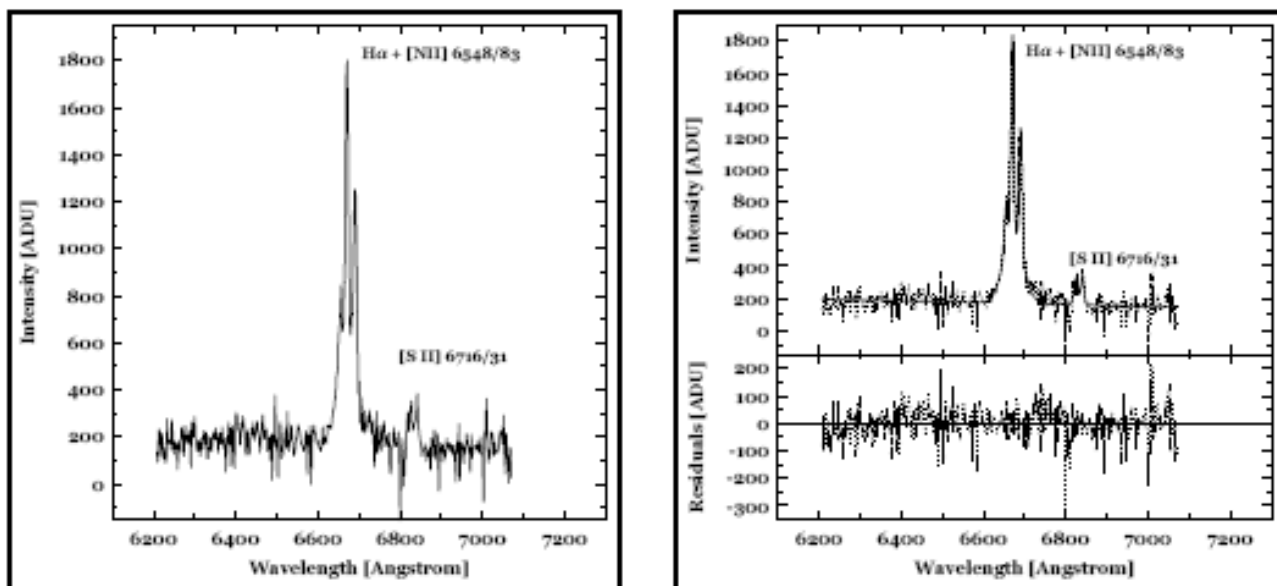


Fig. 4a. Едномерен спектър на галактиката NGC 7469. **Fig. 4b.** Фитиране на забранените емисионни линии на азота $[NII]$ и сярата $[SII]$ и разрешената линия H_{α} на водорода. Отдолу е представена разликата между реалния и моделния спектър.

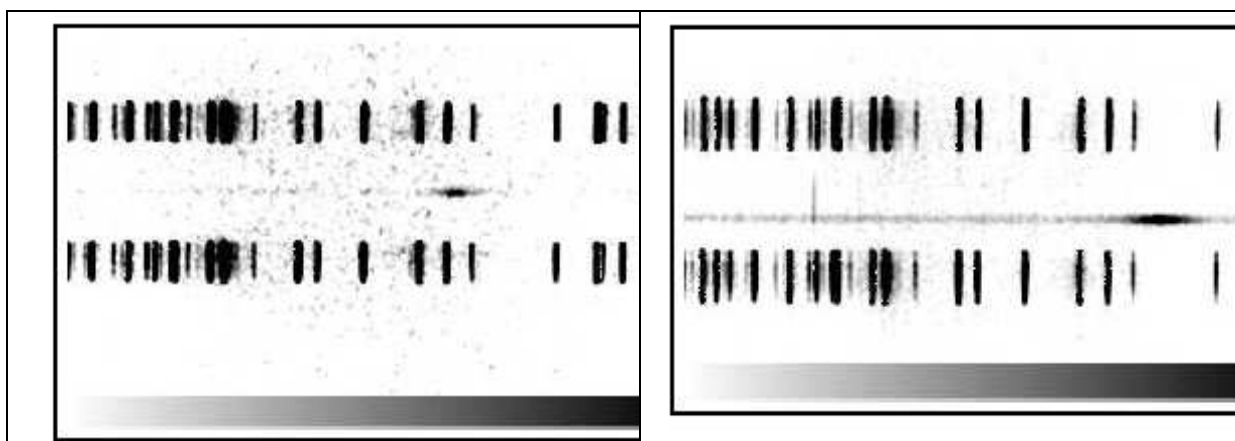


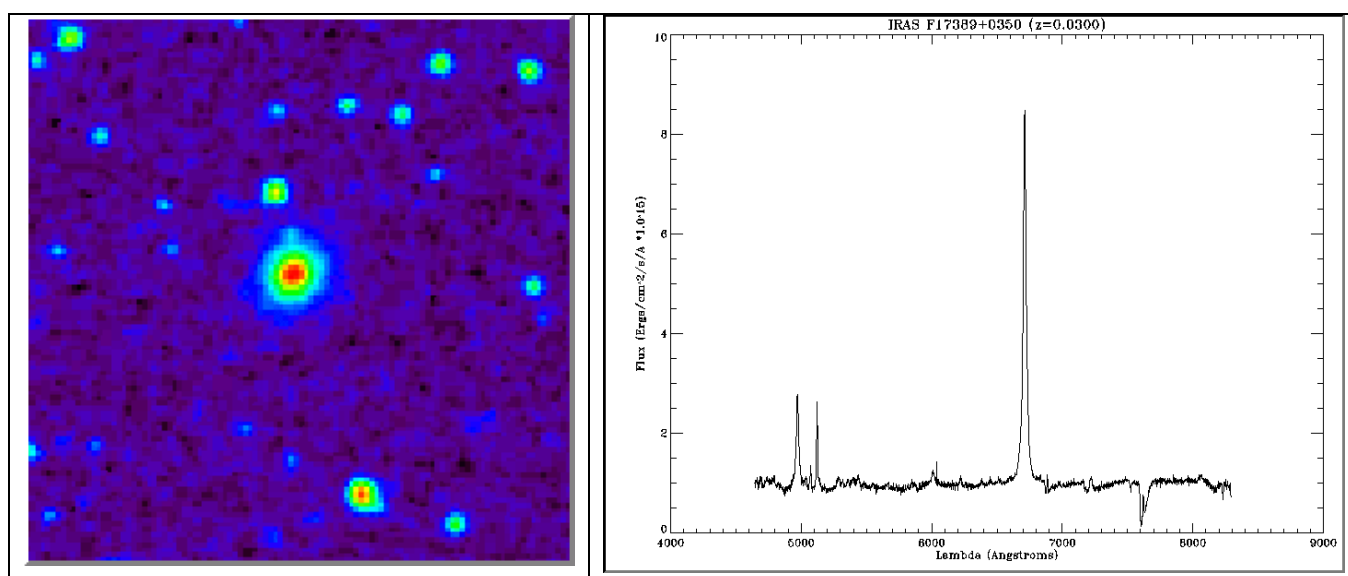
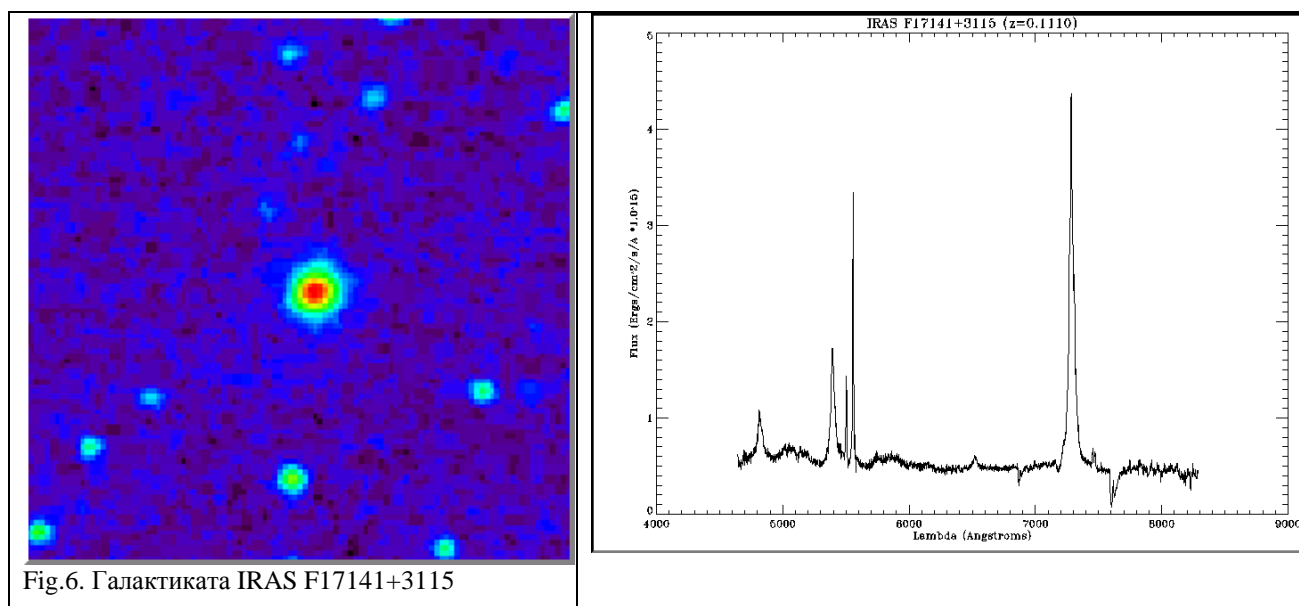
Fig. 5a - Спектри на Сийфъртовите галактики Mrk 335 и **Fig. 5b** - Mrk 509 в червената област на спектъра около H_{α} .

Широко дискутирана е връзката между еволюцията на масивната черна дупка и нейната родителска галактика. Има свидетелства, че масивни черни дупки присъстват в ядрата на всички галактики, независимо от степента на активност. Предполага се, че има пряка връзка между нарастването на масата на черната дупка и еволюцията на родителската ѝ галактика – резултат от поглъщане и възникване на по-крупни образувания. Размерите на областите на формиране на широките емисионни линии се определят с помощта на “reverberation mapping” метода (Blandford & McKee 1982; Peterson 1993). Комбинирайки размерите им, определени по горния метод, с Доплеровата ширина на емисионните им линии, може да се определи масата на централната черна дупка [5].

Излъчването от UV до X-ray е отговорно за почти цялата болонетрична светимост, която ние изследваме. Инфрочервената емисия е мярка за активността на звездообразуването, а дифузната X-ray емисия се свързва със звездното население. Активните галактики се дефинират предимно при оптически обзори по тяхното

засилено UV излъчване. Изследвайки оптичските им спектри, ние определяме свойствата на емисионните линии - еквивалентна ширина FWHM, пълен поток, асиметрия на профила, червено отместване на различни компоненти и др. По еквивалентната ширина на линията $H\beta$ определяме масата на черната дупка. По спектрите, получени на 2-м телескоп, се изследват процесите на звездообразуване в две извадки от галактики - Сийфъртови галактики и галактики с висока повърхностна яркост. Определят се параметрите на звездообразуването и се изследва евентуалната връзка между темповете на звездообразуване и активността на ядрата на галактиките. Търсят се различни корелации между светимостта на емисионните линии, радио, инфрачервената и рентгеновата светимост в континуума.

На *Fig. 6* и *Fig. 7* са представени CCD изображенията и регистрограмите на спектрите на два инфрачервени рентгенови източника - IRAS F17141+3115 и F17389+6356, получени в обсерваторията Haute Provence, Франция.



Тези изследвания са направени за уточняване на методиката за единна обработка по съвместен Френско-Български проект по изследване на извънгалактични рентгенови източници.

1.2. Изследване на *box/peanut* галактики.

Физическите процеси в галактиките с необикновена форма на ядрата като “*box/peanut bulges*” (B/P bulges) не са напълно изяснени. Binney and Petrou (1985) и Whitmore and Bell (1988) приемат, че тези структури може да са причинени от акретирана материя от галактики - спътници. Алтернативен механизъм за образуване на *B/P* - ядро представляват нестабилности в диска на галактиката, предизвикани от резонанси в ядрото (Kormedy 1993). N-body симулации на движението на звезди в потенциала на ядрото показват, че по отношение на формата му, тази теория дава резултати, съвпадащи с резултатите от наблюденията. При обща нестабилност на ядрото или при взаимодействието на близки галактики може да се образува B/P ядро в относително стабилен диск (Freeman 1996). Подобно ядро може да се образува и при акреция на близка галактика така че двете хипотези за образуването на *B/P bulges* могат да бъдат обединени (Mihos et al., 1995) [6].

Смята се, че достатъчно голяма концентрация на маса в ядрото води до разпадането му – т. е. еволюция на галактиките от SA през SB и обратно към SA. Ядрото расте посредством механизъм, който позволява образуването на *B/P bulges*, или чрез акретиран материал, или чрез двете заедно. Следствие на това, направлението на еволюцията по последователността на Хъбъл може да бъде само от Sd към S0/Sa (Pfenniger 1993).

За да се провери този основен модел за развитието на галактиките трябва да се изследва структурата на *B/P bulges*, тъй като тя представлява една възлова фаза на еволюцията. По CCD снимки в три цвята (RGI) на *edge-on* галактики с диск (Barteldrees and Dettmar 1994) е подбран голям брой B/P Bulges (Luettike, 1996, дипломна работа). При това се оказва, че никоя галактика без спътник няма B/P-Bulge и обратно, никоя галактика със спътник не съдържа “нормално” елиптично ядро.

Неотдаващите изследвания, базирани на статистика от 734 галактики от каталога RC3 (de Vaucouleurs et al. 1991), показаха неочаквано висок процент (~45%) *box, peanut-shaped*, пекулярности и/или асиметрични структури в галактиките с диск (Luettike & Dettmar 1998a; Luetticke et al. 2000). Тези ядра са важни обекти на изследване във връзка с изясняване на еволюцията на дискообразните галактики, тъй като при тази геометрия е възможно разделянето на компонентите – ядро и диск. Съгласно Luetticke et al. (2000) [7] основните характеристики на *B/P* галактиките са следните:

- B/P структури се откриват във всички морфологични типове;
- Има свидетелства за синя дисторсия на B/P структурите по сравнение с цвета на балджа;
- Няма корелация между B/P структурите и крупномашабното разпределение на галактиките – напр. членство в купове от галактики;
- Има корелация между наличието на спътник и наличието на B/P структури;
- Установено е наличието на два вида B/P структури – “нормални” и “thick boxy bulges”, като последните са с различни характеристики;
- B/P bulges не са повлияни силно от наличието на прах (по данни от близката IR област);

- Установена е силна корелация между наличието на бар и В/Р bulges – т.е. различната форма на В/Р bulges може да се обясни с видимостта на бара под различен ъгъл.

В нашата наблюдателна програма по общ проект "Surface photometry of В/Р galaxies" между Institute of Astronomy of the Ruhr-University, Bochum, Germany и Института по астрономия на БАН, са включени 50 обекта - 25 основни и 25 контролни. Около 30 от цитираните галактики са наблюдавани със CCD камери SBIG ST-8 на 60-см телескоп на обсерваторията в Белоградчик и с Photometrics CE200A CCD камера на 2-м RCC телескоп на НАО "Рожен" - България. През м. април 2001 г. бяха проведени наблюдения на В/Р галактики на 1.23м телескоп в Обсерваторията Калар Алто - Испания с инфрачервената камера MAGIC.

На **Fig.8** са представени нашите резултати по изследването на необикновената галактика NGC 5610 [8]. Определени са елиптичността (0.67) и позиционният ъгъл ($99^{\circ}.7$) на бара до изофота $25 \text{ mag arcsec}^{-2}$. Наклонът на галактиката, определен по елиптичността ѝ, е 70.7 градуса, а дължината на бара е около 5700 pc.

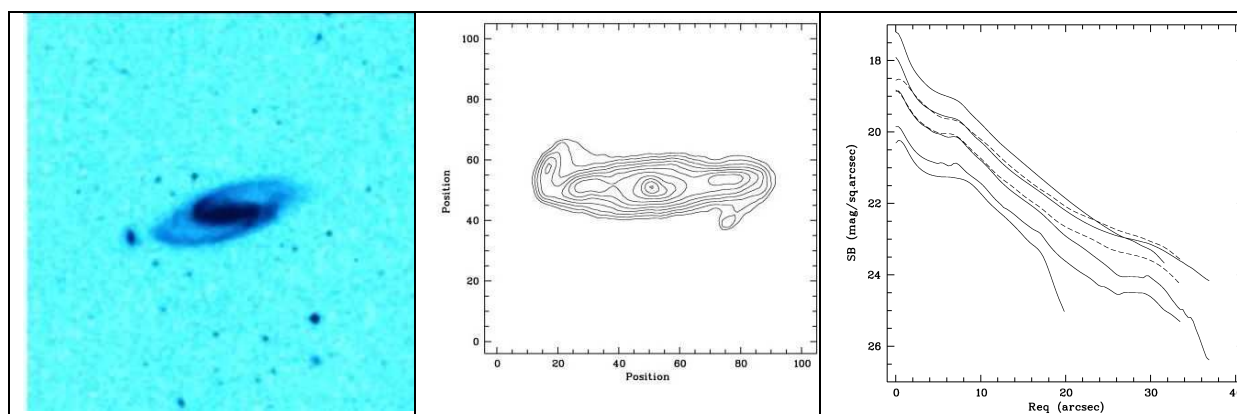


Fig.8. Галактика NGC 5610 в цвят R, изофоти и разпределение на яркостта по диска.

2. Фотометрично изследване на гравитационни лещи и квазари.

Съвременните космологични представи за вселената се базират на много неопределености. Какво е пълното количество вещество във Вселената? Ще се разширява ли Вселената безкрайно или ще започне да се свива в определен момент в далечно бъдеще? Каква е възрастта на сегашната Вселена? Дали зависимостта на Хъбл е универсален закон, даже и на много големи разстояния? Каква е физическата същност на енергията на тези ярки квазари намиращи се в крайната част на наблюдаемата Вселена и др.?

Отговорите на тези фундаментални астрофизични въпроси в настоящия момент са незадоволителни. Определянето на разстоянията до галактиките с червено преместване по-голямо от 0.1 е с точност около 2 пъти. Съвсем до скоро резултати получени от близката Вселена се екстраполираха даже до $z=5$ или повече.

За пръв път през 1937 г. Цвики описва възможността за гравитационна леща като следва идеите на А. Айнщайн. Но от наблюдателна гледна точка тази идея не е могла да бъде реализирана. С откритието на квазарите в началото на шейсетте години тази ситуация се променя. През 1964 Рефсдал дискутира възможността за използване ефекта гравитационна леща за определяне константата на Хъбл и масите на галактиките. Тази първа работа върху гравитационни лещи е потвърдена по-късно с

откритието на първата гравитационно разделена система 0957+561, т. нар. "Двоен квазар".

Светлинният лъч идващ от далечен квазар, когато минава много близо до гравитационния потенциал на галактика проектираща се близо или съвпадаща по лъча на зрение, ще бъде изкривен. Ефектът е толкова по-силен, колкото по-близо светлинният лъч минава до центъра на масите на галактиката. При определени условия изображението на квазара може да бъде разцепено на две или повече изображения (макрогравитационен ефект). През 1979 Уолш за пръв път регистрира такава гравитационно разделена система - "Двойния квазар" 0957+561. "Кръстът на Айнщайн" 2237+0305 е със сигурност една от най-впечатляващите системи: четири изображения на далечен квазар ($z=1.7$) се проектират в радиус от $1''$ около яркия център на галактиката.

Възможността за определяне на космологични параметри от явлението гравитационна леща е тясно свързано с възможността за регистриране на много прецизни и с голямо разрешение криви на блясъка на яркостните изменения на изображенията на квазарите. Определянето на времезабавянето на светлинните лъчи в многократно разделена система от изображения на квазар или за определяне на профила на усилване, причинено от микрогравитационни ефекти, може да бъде успешно само когато бъдат получени криви на блясъка с висока прецизност и съдържащи много детайли.

В днешно време модерните технологии за редуция на изображения, подобрите фотометрични качества на CCD камерите и предимствата на съвременните телескопи дават надежда за получаване необходимите криви на блясъка. Патрулни наблюдения с цел регистриране фотометрични промени на блясъка на квазари би трябвало да дадат възможност да бъде направена оценка на космологични параметри, такива като константата на Хъбл, възрастта и структурата на вселената, разпределението на масите в далечни галактики и физическите параметри на самите квазари [9].

Задачата включва няколко подзадачи:

А) Квазари с многократно разделени изображения - най-важните обекти за определяне на космологични параметри, например константата на Хъбл.

Б) Микрогравитационни ефекти - за изследване на вътрешната физическа променливост на квазарите. На основа на получените криви на блясъка ще бъдат анализирани ефекти на променливост в резултат на изхвърляне на джетове дължащи се на движения с релативистични скорости или на периодични ефекти на акреционни дискове.

В) Бързо променливи квазари - Някои квазари тип "блазари" показват много бърза променливост, понякога до няколко часа или по-малко, като измененията на блясъка могат да достигнат да 1 зв. вел. по време на една наблюдателна нощ. Естествено, в по-голямата си част тези промени се дължат на вътрешната структура на квазара, като много малък процент от тази променливост може да се дължи на микрогравитационни ефекти.

На **Fig. 9-10** са представени резултатите от нашите изследвания на фотометричното поведение на блазара 3C345 в системата BVRI. Точността на фотометрията е 0.03 зв. в-ни във V и R. Амплитудата на променливостта му е 2.25 вел., а максимумът на блясъка е 14.944 в R. В активната фаза обектът става по-червен. Изследвания в 3 последователни нощи не показват променливост в този период и потвърждават косвено заключението, че микропроменливостта корелира по-скоро с бързите промени на потока, а не толкова с потока на дадено ниво. Подробности в [10].

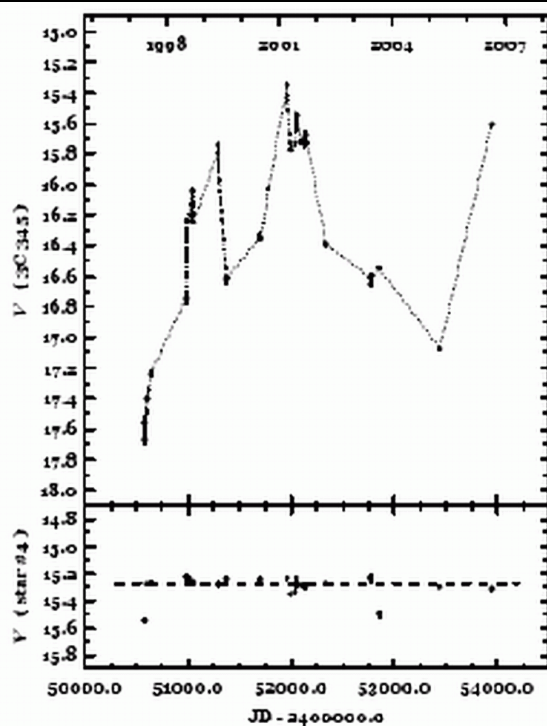
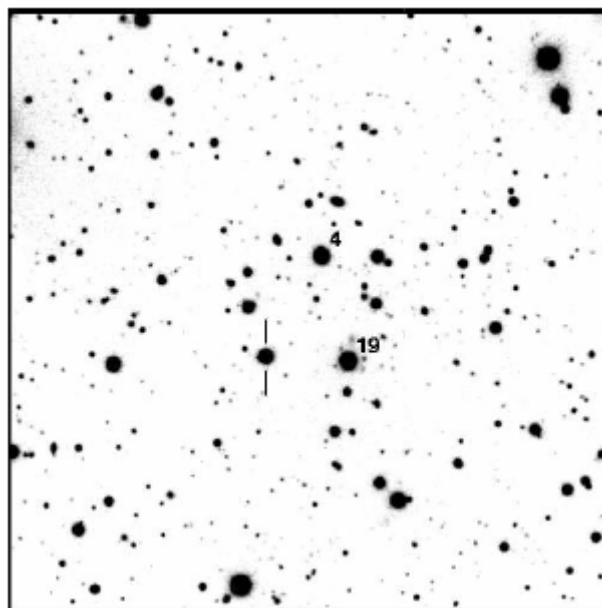


Fig. 10a. V band light curves of the blazar 3C 345 and of the control star #4. The error bars are generally smaller than the symbols.

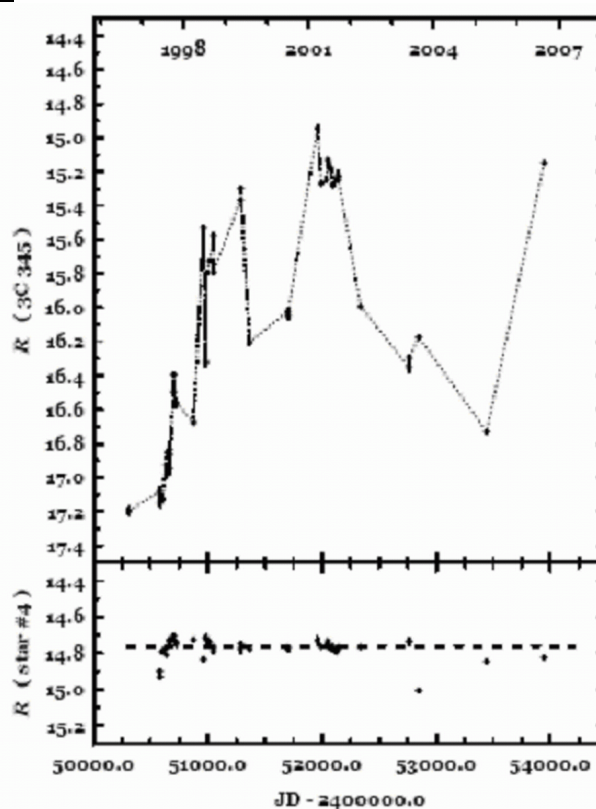


Fig. 10b. The same as in Fig. 10a but for R band.

3. Фотометрично изследване на галактики. Структура, морфология

3.1. Повърхностна фотометрия на галактики с ниска повърхностна яркост в направления на избрани празнини

Повърхностната фотометрия допълва данните, получени от спектрофотометрията по отношение на разпределението на повърхностната яркост и светимост на изследваните обекти. Обсъждат се хипотези за механизмите и

темповете на звездообразването в галактичните ядра, а за спиралните галактики - и за спиралните ръкави. Получаването на данни за спектъра и повърхностната CCD - фотометрия на избрани галактики очевидно дават възможност за изграждане на по-пълна картина на изследваните обекти.

По данни от 2-м телескоп на НАО от нас са каталогизирани около 6000 галактики в направления на избрани празнини (voids). Изследвани са профилите на разпределението на светимостта на около 1850 галактики с ниска повърхностна яркост в направление на празнината в Херкулес. Определени са характерни параметри на галактиките от фона и близките галактики с ниска повърхностна яркост. Изследвана е функцията на светимост на тези обекти. Прилагат се нови методи за филтриране и апроксимация. Приложен е алгоритъм, разработен в Института по Астрономия в Потсдам, Германия [11].

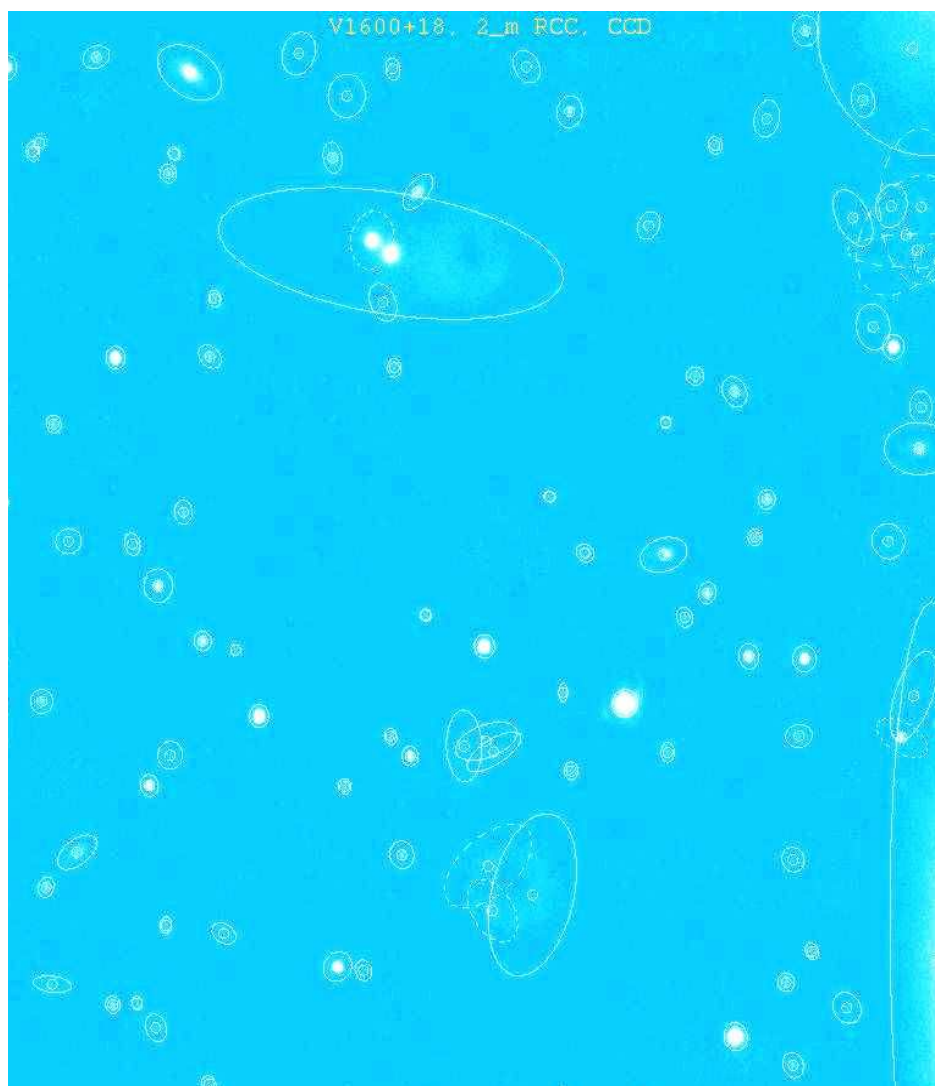


Fig.11. Централната част на празнината в Херкулес – 5x5 ъглови минути, цвят R, CCD+ 2-м телескоп на НАО. Отбелязани са галактиките, намерени в автоматичен режим на идентификация.

Проведена е повърхностна фотометрия на галактики с диск и спирални галактики от късен клас, клъстерен статистически анализ на видимото разпределение на 1852 галактики, идентифицирани в поле $1^\circ \times 1^\circ$ в посока на празнината в Херкулес

(само около 250 галактики се идентифицират на Паломарския обзор) – галактиките определено показват тенденция към групиране в подструктури, изявиени от нас и по други параметри. На **Fig.11** за илюстрация е представена централната част на празнината и за очертани елипсоидите, определени за новооткритите галактики. Използван е специализиран програмен код, разработен от E. Bertin (1996) [12].

4. Структура на Галактиката. Изследване на разсеяни звездни купове.

Звездните купове са мощни маркери на звездното население в галактиките. Населението на сферичните звездни купове (функцията им на светимост се представя добре с Гаусиан) корелира добре със свойствата на галактиките и косвено поддържа предположението за втора епоха в образуването на купове от газ, който пада обратна към центъра на галактиката. Във взаимодействащите системи се наблюдават звездни свръхкупове. Тяхната функция на светимост напомня тази на разсеяните галактични купове в близките галактики (степенен закон), а природата им не е доизяснена.

Един разсеян звезден куп се състои от около $10^2 - 10^3$ звезди, които са се формирали от един газово прахов комплекс. Звездите в купа са гравитационно свързани като плътността им е $1 - 15$ звезди на pc^3 . Масата на разсеяните звездни купове е в граници от 10^2 до $10^4 M_{\odot}$, а радиусите им са от 1 до 20 pc . Повечето разсеяни купове имат металичност близка до слънчевата. Възрастта им е в диапазона от няколко милиона години до около 10 милиарда години. Разсеяните звездни купове се образуват единствено в спиралните и неправилните галактики. Изучаването на разсеяните звездни купове е от голямо значение за проверката и уточняването на хипотезите за вътрешния строеж и еволюцията на звездите, тъй като звездите в разсеяните звездни купове имат почти еднаква възраст и химичен състав това позволява най-непосредствено да се прояви зависимостта между масата на звездите и темпа на еволюция. Повече от 1600 разсеяни звездни купа са известни в нашата Галактика (Dias 2002), но само около 420 са сравнително добре изследвани [13].

Предположението за съществуване на двойни и кратни звездни комплекси и за наличието на физическа връзка между тях възниква след работите на Lynga & Wrandemark (1984). Те изследват група от шест разсеяни звездни купа (Colinder 140, Colinder 173, NGC 2516, NGC 2547, IC 2391, Trumpler 10) които са разположени сравнително близко в пространството, около 200 pc един от друг, и намират, че всички те имат близки металичности ($[\text{Me}/\text{H}] = -0.28$ до 0.00 dex), възрасти (от 20 до 100 Myr) и радиални скорости (от +15 до +19 km/s), поради това те достигат до извода, че тези купове вероятно имат общ произход и са възникнали от един и същ газово прахов комплекс. По-сериозно внимание на въпроса за съществуването и доказването на двойственост на разсеяни звездни купове се отделя след работата на Subramaniam et al. (1995) [14]. Използвайки каталога на Lynga (1987) съдържащ около 1400 купа, като 416 от тях са с определени расстояния и възрасти, те пресмятат пространственото расстояние до най-близкия съсед на всеки куп и приемайки, че ако два купа са на расстояние по-малко от 20 pc , то те имат общ произход и образуват двойка. На тази основа те предлагат списък с 18 потенциално двойни купа.

Наличието на двойни звездни купове в Магелановите облаци, например, е добре известно. В същото време в нашата Галактика определено е известна само една такава система - “h + hi Persei”, които се състои от два млади ($\log(\text{age}) \approx 6.5$) и богати на звезди купа NGC 869 и NGC 884, които се намират на малко повече от 2 kpc от Слънцето – **Fig.12**.



Fig.12: Левият куп е h Persei, а десният е χ Persei.
Север е нагоре, изток - наляво.

В последните години се засили интересът на изследователите към търсене и изследване на други подобни системи в Галактиката. Следва да се отбележи, че все още няма общоприети критерии за това “кое е двоен куп”. Известни са поне два списъка с двойни и кратни системи - първият от 1995 г. и вторият - от 1997 г. с около 20 - 30 обекта всеки, които, обаче, не се съгласуват помежду си. И при двата не са отчетани гравитационните сили, които биха направили системите действително свързани.

Изследването на избрани вероятно двойни купове с помощта на типичните за извънгактичната астрономия методи и класическите методи на звездната астрономия дава отговор на поне два принципни въпроса:

- реално ли е различието между Магелановите облаци и нашата Галактика - смисъл на наличие на двойни звездни купове и ако да, как се обяснява;
- има ли и други двойни купове освен класическите “h и hi Persei”?

Успоредно с това се изследват диаграмите “цвет - величина” и определена възрастта за въпросните разсеяни купове.

За да се даде точен отговор на въпроса дали два купа образуват двойка, или това, че ние ги наблюдаваме заедно върху небесната сфера е само проекционен ефект, е нужно да се въведе обоснован **критерий за двойственост**. Еволюцията на гравитационно свързана двойка от звездни купове в най голяма степен зависи от разстоянието между двата купа, то определя силата на свързването им в двойка, както и резултата от въздействието на приливната сила действаща от страна на родителската галактика върху двойката. Ако двата купа са много близо един до друг, то поради това, че силата на взаимно им привличане е по-голяма от силата с която родителската галактика действа на двата купа, те ще се обединят в един. Ако пък разстоянието между куповете е много голямо, тогава силата на привличане от страна на галактиката ще е по голяма от силата на привличане между двата купа и това ще доведе до разкъсване на двойката. Следователно има само едно подходящо разстояние между двата купа при което двойката от разсеяни звездни купове може да оцелее и да еволюира като двойка. Освен това разстоянието между членовете на двойния куп е ограничено и от размера на родителския молекулярен облак, от които се е образувала двойката. Типичните размери

на молекулярните облаци са в граници от 10 – 100 pc, следователно това условие изключва всички кандидати за двойни купове със разстояние между компонентите по големи от 100 pc. Сега се приема, че максималното разстояние между центровете на двата купа трябва да е по малко от 20 pc. Размерът на областа, в които се формират куповете е ограничен също и от необходимото време за формиране на звездите - приема се, че ако два купа са възникнали от един и същ газово прахов комплекс, то разликата във възрастта им трябва да е $\leq 10 \text{ Myr}$. Следователно можем да приемем като един добре мотивиран критерий за двойственост следното **определение**: два купа образуват двойка, ако разстоянието между компонентите им е $\leq 20 \text{ pc}$ и разлика във възрастта им е $\leq 10 \text{ Myr}$.

Освен предположението, че двата купа се образуват от един газово-прахов комплекс, съществува и друга възможност за образуване на двойни купове, а именно двата купа да са възникнали на различни места в галактиката и при своето движение в галактичното поле са се приближават достатъчно, и това позволява на взаимните им сили на привличане да образуват гравитационно свързана система. В този случаи двата купа ще имат различен химичен състав, големи разлики във възрастта и следователно описаният по-горе критерий за двойственост е неприложим.

Предполага се, че наблюдаваният недостиг на разсеяни двойни купове в нашата Галактика се дължи на силното ѝ гравитационно поле, което разкъсва образувалите се двойки веднага след тяхното възникване, докато в по маломасивни галактики като Магелановите облаци, това влияние от страна на родителската галактика е по малко и двойката ще съществува по-дълго време. Това се потвърждава от изследванията извършени през последните години, примерно Dieball (2002) предлага каталог, съдържащ 473 потенциално двойни и кратни купове в Големият Магеланов Облак.

Поради актуалността на проблема за доказване на двойственост на разсеяни звездни купове и тяхното изследване и отчитайки възможността една подобна задача да се реши със наличната наблюдателна база на ИА, през 1996 г. съвместно между ИА към БАН и Астрономическия институт към Университета в Бон е започната програма по изследване на потенциално двойни купове. Тъй като извадката предложена от Subramaniam et al. (1995) се смята за най-достоверна, то основните усилия в нашата работа са насочени към получаване на фотометрични данни за разсеяните звездни купове, присъстващи в нея. Към настоящият момент са получени CCD наблюдения в UBVR_I за 14 разсеяни звездни купа, които се обработват и анализират [15].

На **Fig13** са представени диаграмите цвят-величина за предполагаемо двойния куп NGC1907 и NGC1912. Данните са по наши наблюдения на 2-м и 60-см телескопи на ИА на БАН.

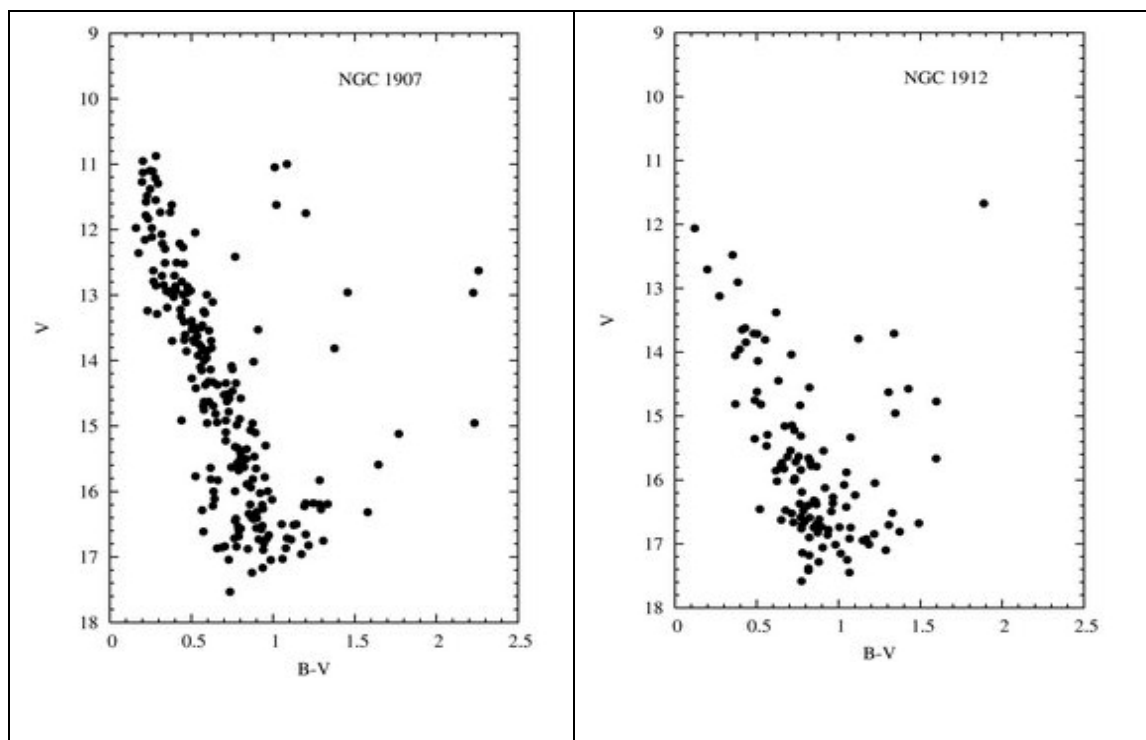


Fig13: Диаграми цвят-величина за предполагаемо двойния куп NGC1907-NGC1912

ЛИТЕРАТУРА

1. Slavcheva L., Petrov G., Mihov B., 1999, C. r. de l'Acad. Bulg. Sci., V.51, N 1-2.
2. Mihov B., Slavcheva-Mihova L., Petrov G., 2007, Astroph. Invest., 8, in press
3. Slavcheva-Mihova L. S., Petrov G. T., Mihov B. M, 2004 Balkan Astronomical Meeting, June, 14 - 18, 2004, NAO Rozhen, Bulgaria.
4. Slavcheva-Mihova L., Petrov G., Mihov B., 2005, Aerospace Research in Bulgaria, 20, 60
5. Bachev R., Petrov G., Slavcheva L., Mihov B., IAU Symp. 194, p.311, 1999.
6. Mihos J. C., et al., 1995, ApJ, 447L, 87
7. Lueticke R, Detmar R.-J., Pohlen M., 2000, A&Ap Suppl.Ser., 145, 405.
8. Petrov G. T., Slavcheva-Mihova L. S., Mihov B. M., 2004, Proceedings of the Fourth Serbian-Bulgarian Astronomical Meeting, April, 21-24, 2004, Belgrade, Serbia. Publ. Astron. Obs. Belgrade, 74, 1-2.
9. Mihov B. M., 2001, A&A, 370, p.43
10. Mihov B., Slavcheva-Mihova L., Bachev R., Strigachev A., Semkov E., Petrov G., 2008, Astronomische Nachrichten, v. 329, No.1, 77-83.
11. Petrov G., Kniazev A., Fried J., 2005, Aerospace Research in Bulgaria 20, 120.
12. E. Bertin 1996. Source extractor, Manual.
13. Petrov G., Seggewiss W., Dieball A., Kovachev B., 2001, Astron. Astrophys., v.376, p.745.
14. Subramaniam A., Gorti U., Sagar R., Bhatt H., 1995, A&A, 302, 86
15. Копчев В. & Петров Г., Астрономически календар, Изд. На БАН, 2006.

Assoc. prof. d-r Georgi Petrov, Valentin Kopchev, Lyuba Slavcheva-Mihova, Sci. Res. d-r Boyko Mihov

**EXTRAGALACTIC RESEARCH AT THE INSTITUTE OF
ASTRONOMY, BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES. THE
“INDIVIDUAL GALAXIES” PROJECT**

(Summary)

The Individual Galaxies project, together with Cosmology and Close Galaxies projects, are traditional for the extragalactic research at the Institute of Astronomy. The Individual Galaxies project comprises the following problems: spectrophotometric study of active galaxies and box/peanut galaxies, study of gravitational lenses, monitoring of quasars, photometry of galaxies towards selected voids, study of open stellar clusters. The objects of interest are studied mainly by the 2-metre telescope at Rozhen National Astronomical Observatory, together with the auxiliary equipment: CCD cameras, UBVRI filters, UAGS spectrograph, FoReRo focal reducer. The unique apparatus complex is being used for a comprehensive study of the selected objects in a uniform way. Thus, inner concordant data have been acquired which ensures us to draw global conclusions, regarding the object properties, and comparison with theoretical models.

Адрес на авторите:
1784-София, бул. “Цариградско шосе” № 72
Институт по Астрономия на БАН