
СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛ. ОХРИДСКИ”
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА АСТРОНОМИЯ

Изследване на различни типове астрономически обекти

МАГИСТЪРСКА ДИПЛОМНА РАБОТА

на

Иван Иванов Иванов

ф.н. 007

Научен ръководител:

/доц. д-р П. Петров/

Ръководител катедра: доц. д-р П. Недялков

София 2015

Съдържание

1 Въведение	4
2 Активни галактични ядра	5
2.1 Исторически бележки	5
2.2 Основни типове АГЯ	5
2.2.1 Сийфъртови галактики	6
2.3 Квазари	6
3 Затъмнително променливи звезди	11
3.1 Наблюдателен материал, обработка и фотометрия	11
3.1.1 Наблюдателен материал	11
3.1.2 Фотометрия	12
4 Разстояния до разсейните звездни купове	15
4.1 Методи	15
4.2 NGC 957 - наблюдателни характеристики	16
4.2.1 Исторически бележки	16
4.2.2 Стандартизация	19
5 Заключение	20
Литература	21

Списък на фигури

2.1	Оптичен спектър на Сийфърт 1 галактиката NGC5548.	7
2.2	Оптичен спектър на Сийфърт 2 галактиката NGC 1667.	8
2.3	Спектър на 3C273.	9

Списък на таблиците

3.1	Наблюдателен материал	13
3.2	UBVRI Фотометрични стандарти	14
4.1	Данни за <i>NGC 957</i> , получени от различни автори	18
4.2	Използвани звезди за стандарти във филтър U	19

Глава 1

Въведение

Файлът, който разглеждате, е пример за основа на магистърска дипломна работа. Подбрани са определени пасажи от реални дипломни работи, защитени през последните години в катедра Астрономия. В пасажите ще намерите примери със символи, формули, фигури и таблици.

За повече информация и помощ при оформлението на дипломните си работи се обърнете към дипломния си ръководител, научен консултант и/или към преподавателите от катедра Астрономия.

Глава 2

Активни галактични ядра

2.1 Исторически бележки

През 50-те и 60-те години на миналия век се реализират няколко големи радио-обзора. Най-известните такива са The Third Cambridge Catalog (3C, Edge et al. 1959), съставен по наблюдения на 158 MHz, и разширената му версия 3CR (Bennett 1961), базиран на 178 MHz наблюдения, като граничният поток на откритите обекти е 9 Jy. Чувствителността е сведена до 2 Jy при следващата версия на каталога 4C (Pilkington & Scott 1965; Gower et al. 1967). Повечето радио-източници са галактики, но някои от тях са идентифицирани на плаки от Паломарския обзор със звездоподобни обекти. Първият подобен обект е на 3C 48 (Matthews & Sandage 1963). Силните емисионни линии на неидентифицирани дължини на вълната в спектъра му озадачават изследователите.

2.2 Основни типове АГЯ

Макар днес да е известно, че АГЯ имат един и същ източник на енергия – масивна черна дупка, и имат редица общи свойства, за нас тези обекти изглеждат по различен начин, поради някои различия в наблюдални-

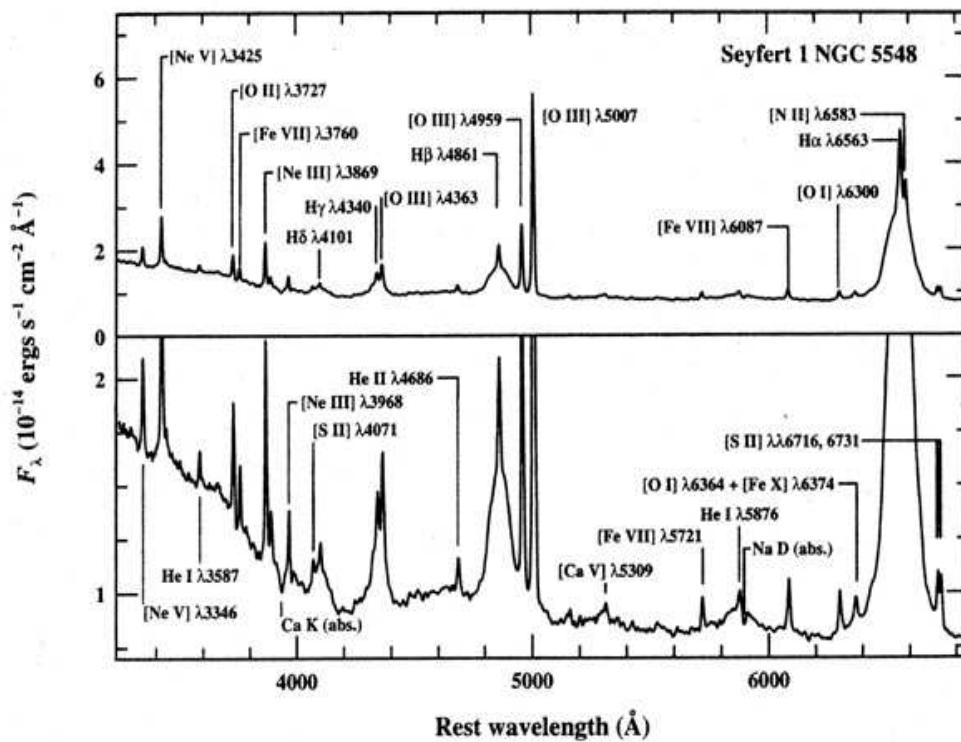
те им характеристики. АГЯ се делят на два основни типа – Сийфъртови галактики и квазари, като основната разлика между тях е силата на излъчването от компактния централен източник. При Сийфъртовите галактики цялата енергия, излъчена от ядрото във видимата част на спектъра е сравнима с енергията, излъчена от всички звезди в галактиката, докато за типичен квазар централният източник е над сто пъти по-ярък от общата светимост на звездите.

2.2.1 Сийфъртови галактики

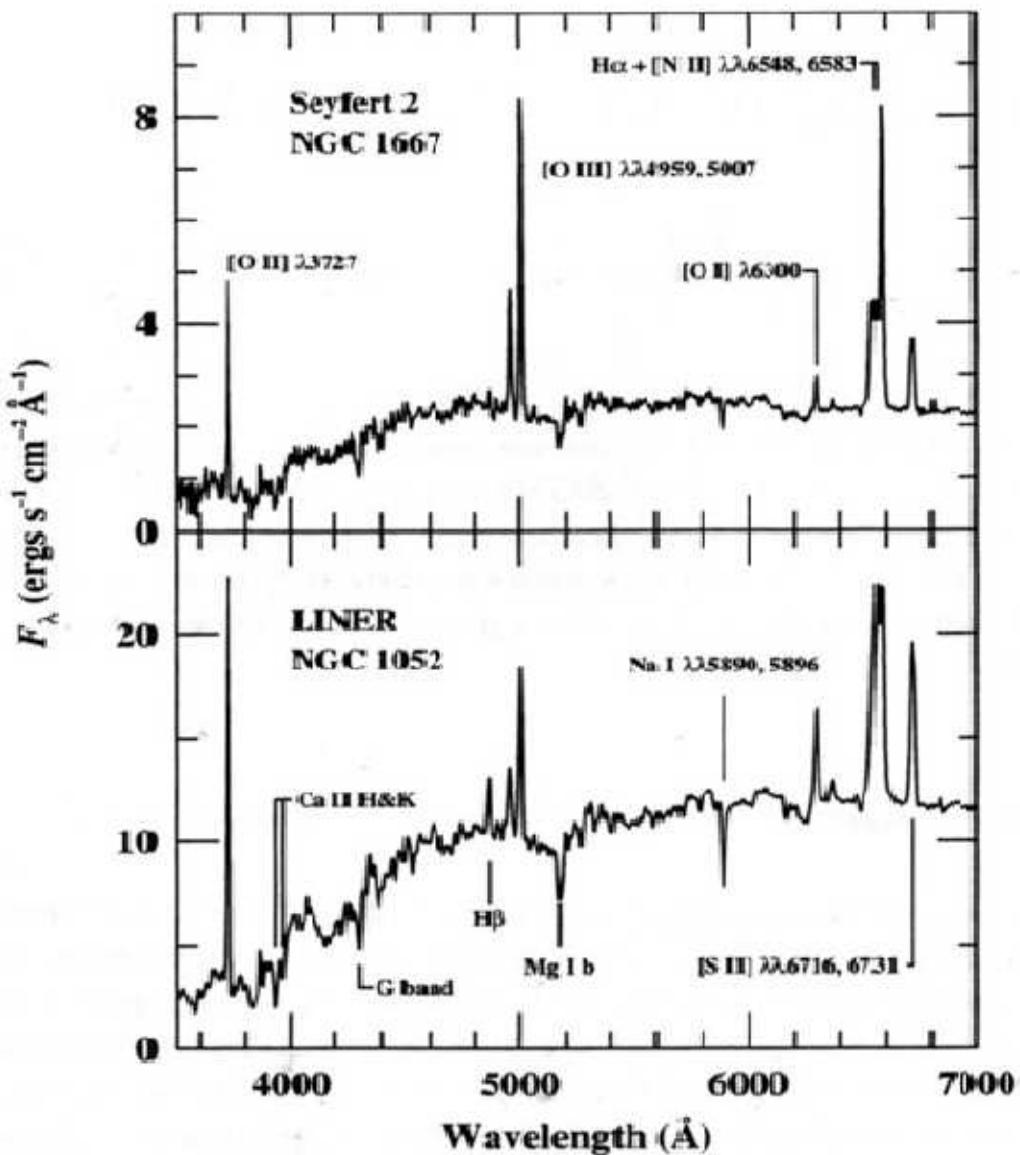
Разделението на Сийфъртовите галактики на два типа се базира на широчината на техните емисионни линии и за първи път е направено от Khachikian and Weedman (1974). Широките разрешени емисионни линии са присъщи за Сийфъртовите галактики от тип 1 (Sy1), които имат и тесни компоненти на същите линии, докато Сийфъртови галактики от тип 2 (Sy2) имат само тесни компоненти на емисионните линии. Примери за типични спектри на Сийфърт 1 и Сийфърт 2 галактики са дадени на фиг. 2.1 и фиг. 2.2.

2.3 Квазари

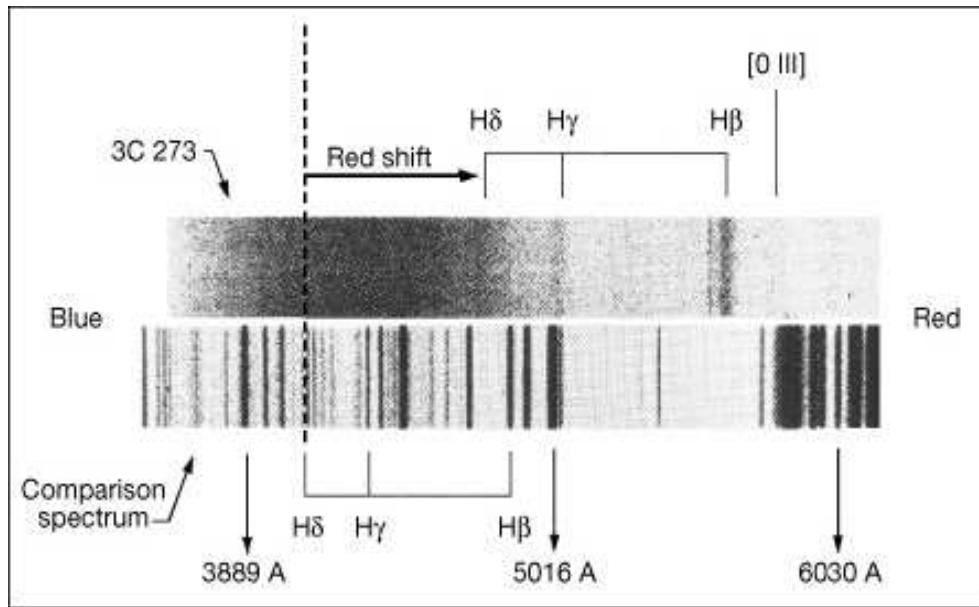
С развитието на радио-наблюденията в средата на миналия век (виж Глава 1.) са открити множество звездоподобни обекти със силно радиоизлъчване, спектър с широки емисионни линии, но на неидентифицирани дължини на вълната, и ултравиолетов експрес. Пробивът при квазарите идва през 1963 г., когато Schmidt размишлява върху спектъра на 3C 273, получен през август 1962 г. от Hazard, Mackey and Schimmins (1963). Той забелязва, че обекта е много по-син от нормалните звезди, и че четирите емисионни линии в оптичния спектър напомнят на Балмеровата серия на водорода, след което открива, че те съвпадат с очакваните $H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$ и $H\epsilon$ но с червено отместване $z = 0.16$ (фиг. 2.3). Това червено отместване му позволява да идентифицира линия в ултравиолета и на MgII $\lambda 2798$.



Фигура 2.1 Оптичен спектър на Сийфърт 1 галактиката NGC5548 (Ho, Filippenko, Sargent 1993).



Фигура 2.2 Оптичен спектър на Сийфърт 2 галактиката NGC 1667 (Ho, Philipenko, Sargent 1993).



Фигура 2.3 Част от наблюдавания спектър на 3C273 и лабораторните положения на дължините на някои линии (Schmidt 1963).

Тези обекти днес са известни като квази-звездни радио източници quasi-stellar radio sources (QSRs), квази-звездни източници – quasi-stellar sources (QSS) или квазари – quasars. Понятието "quasar" е въведено от Hong-Yee Chiu през 1964г.

С течenie на времето става ясно, че повечето квазари не са радио-шумни. Kellermann et al. (1989) дефинират границата между радио-тихите и радио-шумни квазари чрез критерия радио-оптично съотношение R_{r-o} на специфични потоци (в mJy) на $6m$ ($5GHz$) и 4400 \AA ($680 Hz$). При радио-шумните квазари това съотношение е в диапазона $100 < R_{r-o} < 1000$, а при радио-тихите $0.1 < R_{r-o} < 10$. Така се стига до извода, че едва 5 – 10 % от квазарите са радио-шумни. С течение на годините и навлизането на CCD камерите се откриват квазари с все по-голямо червено отместване, като последния такъв е открит през 2011 година, с червено отместване $z = 7.085$ (Mortlock et al. 2011).

Квазарите са променливи във всяка дължина на вълната. Променливостта в оптичния спектър е доказана още преди да е било обяснено

червеното отместване на емисионните линии (Matthews & Sandage 1963). Квазарите са най-яркия подтип АГЯ, като границата между Сийфъртови галактики и квазари е дефинирана от Schmidt & Gunn (1983) – $M_b = -21.5 + 5 \log h_o$.

Глава 3

Затъмнително променливи звезди

3.1 Наблюдателен материал, обработка и фотометрия

Наблюдателния материал, използван в това изследване, е получен с два от телескопите на НАО Рожен - 2 *m* RCC и 50/70 *cm* Шмид телескоп с три различни CCD камери в UBVRI филтри. Първоначалната обработка и фотометрията на всички данни, са извършени с помощта на специализирания софтуерен пакет IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). При абсолютната калибровка на величините и при анализа на резултатите е използван и софтуерният пакет GNUPLOT (<http://www.gnuplot.info/>). За периодограмен анализ е използвана програмата – PERIOD04 (<http://www.univie.ac.at/tops/period04/>).

3.1.1 Наблюдателен материал

Наблюдателния материал, използван в това изследване, е получен с 2 *m* RCC и 50/70 *cm* Шмид телескоп на НАО Рожен с три различни CCD каме-

ри със стандартни широкоивични филтри – UBV (Johnson) и RI (Cousins).

2 m RCC телескоп на НАО Рожен има фокусно разстояние 16 m в RC-фокуса, от 5 години работи с CCD-камерата VersArray 1300B, която има машаб на пиксела – $0.258\text{ arcsec}/px$ в RC-фокуса на телескопа. Полето в тази система е $5.9 \times 5.7\text{ arcmin}^2$.

50/70 cm Шмид телескоп на НАО Рожен има фокусно разстояние 172 cm , през последните години е работил с няколко камери на SBIG и една на FLI (PL 16803), като всички те са с $9\text{ }\mu m$ пиксел. Машабът на пиксела е $1.079\text{ arcsec}/px$. В настоящата работа са използвани камерите ST-8 и STL-11000M с полета съответно – $27 \times 18\text{ arcmin}^2$ и $72 \times 72\text{ arcmin}^2$.

В таблица 3.1 е събран наблюдателния материал, използван в изследването. Типичният FWHM (пълната ширина на половината максимум) за изображенията и от двета телескопа е около 3 arcsec , а въздушната ма-са е около 1. В трета колона се представена оптичната система, която е използвана – ST8 и ST11 са камерите ST8 и STL-11000M, работещи с *50/70 cm* Шмид телескоп, а *2 m* е *2 m* RCC телескоп, оборудван с CCD камера-та VersArray 1300B. Типичните експозиции на кадрите, получени с Шмид телескопа са 300 sec , а на тези от *2 m* RCC телескоп са $10 - 180\text{ sec}$.

3.1.2 Фотометрия

За получаването на абсолютни величини на променливите са използвани и четирите звезди - B, C, H, K от Таблица 3.2.

Таблица 3.2 UBVRI Фотометрични стандарти (Bertaud et al. 1969; Fiorucci & Tosti 1996)

Star	U	B	V	R	I
B	16.47 (0.07)	14.68 (0.04)	12.90 (0.04)	11.99 (0.04)	11.12 (0.05)
C	15.66 (0.06)	15.20 (0.05)	14.26 (0.06)	13.79 (0.05)	13.32 (0.05)
H	16.91 (0.09)	15.81 (0.06)	14.40 (0.06)	13.73 (0.06)	13.07 (0.06)
K	16.61 (0.08)	16.36 (0.07)	15.47 (0.07)	15.00 (0.07)	14.54 (0.07)

Глава 4

Разстояния до разсейните звездни купове

4.1 Методи

Разстоянията до разсейните купове се определят по няколко метода, като най-използвани са следните:

1. Метод на диаметрите. Съгласно класификацията на тези купове, основана върху степента на концентрация към центъра и разположението на ярките и слабите членове, куповете от даден клас имат еднакви размери. Така ако D е диаметърът на купа в pc , а d е видимият ъглов диаметър в дъгови минути, разстоянието до купа е:

$$r = \frac{3438D}{d} pc \quad (4.1)$$

2. Метод на светимостите. Ако \bar{m}_s е средната видима звездна величина на звезди гиганти (или джуджета) от купа, които имат един и същ спектрален клас, а \bar{M}_s е средната абсолютна звездна величина за гиганти (или джуджета) от същия спектрален клас, то разстоянието до купа е:

$$r = 10^{0.2[\bar{m}_s - \bar{M}_s - A] + 1} pc, \quad (4.2)$$

където $A = A(r)$ е поглъщането.

3. Звездите в един куп се намират практически на едно и също разстояние от наблюдателя. Това е толкова по-вярно, колкото купът е по-отдалечен. Действително, средното разстояние между звездите в купа (Δr) е пренебрежимо спрямо разстоянието до купа ($\Delta r \ll r$). Фактът е еквивалентен на поставяне на всички звезди-членове на някакво стандартно разстояние – r . Следователно, съотношението между видимите величини (например V) отразява реалното съотношение между абсолютните величини (или светимостите L). Затова, за куповете, най-напред се получават от наблюдения диаграмите $V(B - V)$ вместо $M_v(B - V)$. Независимо от замяната, видът и съотношенията върху ДХР се запазват. Ясно е също, че модулът на разстояние ($V - M_v$) във формулата:

$$(V - M_v) = 5lgr - 5 + A(r) \quad (4.3)$$

е един и същ за всяка звезда-член. Следователно знаеики $(V - M_v)$ за дадена звезда от купа, може да се намери и разстоянието до него.

4.2 NGC 957 - наблюдателни характеристики

4.2.1 Исторически бележки

Разсейният звезден куп *OCL 362* или известен още като *NGC 957* се намира в съзвездието Персей на 2 градуса източно от добре познатият на всички нас двоен куп $h + \chi$ Persei и е с координати:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2^h 33^m 21^s \quad l = 136^\circ.287 \\ \delta &= 57^\circ 33' 36'' \quad b = -2.645 \end{aligned}$$

Други не толкова известни спътници на *NGC 957* са двата слаби и малко изследвани купа K4 и Cz8. Наблюдаван за първи път от John

Herschel преди около 180 години, до днес купът е изследван многократно и неговите фундаментални параметри като разстояние, поглъщане, клас на купа и др., са включвани в различни каталоги. Обаче някои от тези параметри не винаги са близки. Johnson и Hoag получиха по различни методи, например за модула на разстоянието, стойности между 10.4 и 11.9.

Купът е класифициран от Ruprecht (1966) като клас **III 2p** съгласно схемата на класификация на разсейните купове, разработена от Robert Trumpler (1930). Тази схема отчита три главни характеристики на разсейните купове:

- степен на концентрация на звездите в центъра на купа (от I за най-плътните купове до IV за най-разредените)
- диапазон на яркостта при различните звезди-членове (от 1 за най-тесните диапазони, до 3 за най-широките)
- брой на звездите в купа ($p(poor)$ за купове, съдържащи по-малко от 50 звезди, $m(medium)$ за сравнително богати (50-100) и $r(rich)$ за купове с повече от 100 члена)

Първите сериозни фотометрични и фотоелектрични UBV изследвания на *NGC 957* са направени от Hoag et al. (1961), но тези изследвания се базират на сравнително малък брой фотометрирани звезди. На базата на 123 фотографично и 29 фотоелектрично, изследвани звезди те получават за модула на разстоянието $11^m 61$. Няколко години по-късно Becker (1963) включва резултатите от тези изследвания в своя каталог от разсейни купове.

Близо 20 години по-късно, използвайки RGU фотометрия на 212 звезди в полето на *NGC 957* A. Giménez и J. García-Pelayo, получават за модула на разстоянието стойност 11.34, която е близка до средната стойност от резултатите на Johnson и Hoag. Резултатите от изследванията на *NGC 957* от различни автори са представени в таблица 4.1.

Клас	ъглов диаметър дъгови минути	$(m - M)_0$	r kpc	E_{B-V}	A_V	Възраст $\log(T)$	Данни от фотометрията
III 2р	9'	11 ^m 61	2.1	0 ^m 78	2 ^m 34		Клас на купа съгласно Trumpler от Фотографична UBV фотометрия на 123 звезди и Фотоелектрична UBV фотометрия на 29 звезди, Hoag et al., 1961
		11 ^m 61	2.1	0 ^m 78	2 ^m 34		W. Becker, 1963
			2.25				Schmidt, 1963
		11 ^m 90		0.80			от UBV фотометрия

Таблица 4.1 Данни за $NGC\,957$, получени от различни автори

Глава 5

Заключение

Библиография

- [1] Alloin, D., et al., 1995, A&A, 293, 293
- [2] Burbidge, G., and Hewitt, A., 1992, in Variability of Blazars, ed. E. Valtaoja and M. Valtonen, (Cambridge University Press: Cambridge) , p.4
- [3] Chiu, H-Y., 1964, Phys. Today, 17, No. 5, 21
- [4] Edge, D.O. et al., 1959, MmRAS, 68, 37
- [5] Elvis, M., et al., 1978, MNRAS, 183, 129 bibitemGregory, A.S., 1999, astro ph., 3401S
- [6] Grower,J.F.R., et al., 1967, MmRAS, 71, 49
- [7] Hazard, C., Mackey, M.B., and Schimmnins, A.J., 1963, Nature, 197, 1037
- [8] Khachikian , E. Ye., & Weedman, D.W., 1974, ApJ, 192, 581
- [9] Laing, R.A. et al., 1983, MNRAS, 204, 15
- [10] Mortlock, D.J. et al., 2011, Nature, 474, 616
- [11] Osterbrock, D.E., 1978, Proc. Natl. Acad. Sci USA, 75, 540
- [12] Padovani, P., and Urry, C.M., 1995, PASP, 107, 803
- [13] Peterson, B.M. et al., 2004, ApJ, 613, 682
- [14] Petrosian, A. , 2007, ApJS, 170, 33-70
- [15] Pilkington, J.D.H., 1967, MmRAS, 71, 49
- [16] Rees, M. J. , 1966, Nature, 211, 805
- [17] Slipher, V.M., 1917, PAPS, 56, 403-09
- [18] Wehrle, 2001, AJSS, 133, 297-320
- [19] Woltjer, L., 1959, ApJ, 130, 38
- [20] <http://www.aras.am/Dfbs/fbspublications.htm>