

УДК 524.7:520.84

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ
ГАЛАКТИК ТИПА СЕЙФЕРТА

М.А.КАЗАРЯН

Поступила 10 июля 1992

Принята к печати 12 октября 1992

Приводятся результаты спектрального исследования галактик № 323 и 336 с UV избытком из списка [1]. Определены эквивалентные ширины, относительные интенсивности и полуширины линий. Показано, что ядра этих галактик имеют особенности галактик типа Sy2. Сделан вывод, что эти объекты по разнице приближаются к нормальным галактикам.

1. Введение. В настоящей работе приводятся результаты исследования двух галактик с УФ-избытком, которые в списке [1] имеют порядковые номера № 323 и 336. Спектрально-морфологические характеристики для них - sdI и dI, соответственно, приведены в [1]. Эти характеристики показывают, что обе галактики обладают сильными УФ-избытками. Первая имеет эллиптический вид, а вторая (NGC7678) - спиральная. Обе галактики имеют яркие ядра, угловые диаметры которых равны 8 и 11", соответственно. Предварительные спектральные данные об этих галактиках приведены в работе [2]: описание спектров, красные смещения ($z = 0.0318$ для № 323, $z = 0.0116$ для № 336) и абсолютные звездные величины ядер ($M_{pg} = -19^m.0$ для № 323, $M_{pg} = -18^m.0$ для № 336). В [2] был сделан вывод, что № 323 является галактикой Sy2, там же отмечается, что у № 336 полная ширина линии H_{α} на уровне непрерывного спектра составляет примерно 20 Å. Ниже мы покажем, что последняя также является галактикой Sy2.

2. Наблюдательный материал. Спектральные наблюдения галактик № 323 и 336 проводились на 6-м телескопе САО АН России со спектрографом UAGS. Дисперсия спектрографа примерно 100 Å/мм. Щель спектрографа имела ширину примерно 1" и проходила через ядра галактик. При получении длинноволновой части спектра галактики № 323 был использован сканнер (512 канала), а коротковолновой части спектра этой же галактики - пленка Kodak103a-0 и ЭОП УМК-9В. Такие пленки и ЭОП были использованы и при получении спектров галактики № 336.

Таблица I

УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

№ галактики	Дата наблюдения	Экспозиция (в мин.)	Спектральная область (в Å)
323	18.VI.1983	10	5650-7100
"	"	"	"
"	3.X.1984	20	3550-6400
336	2.X.1984	15	"
"	"	25	4470-7500

В табл. 1 приведены сведения о наблюдениях этих галактик. Для калибровки использовались спектры, полученные ступенчатым ослабителем САО. Для определения спектральной чувствительности аппаратуры в качестве стандарта была выбрана звезда Feige 92, распределение энергии в спектре которой известно [3]. Ее спектры получены тем же способом на 6-м телескопе. Сканы спектров галактики № 323 обрабатывались вручную. Спектры № 323 и 336 обрабатывались на микрофотометре ИФО-451 кафедры астрофизики ЕГУ.

3. Эквивалентные ширины и относительные интенсивности спектральных линий. В табл. 2 приведены эквивалентные ширины и относительные интенсивности эмиссионных линий галактик № 323 и 336. На обоих сканах галактики № 323 слабые эмиссионные линии [NII]λ 6584 и II_α. В табл. 2 приведены оценки их эквивалентных

ширин. Обе эти линии по интенсивностям почти одинаковы, что видно из табл. 2, они широкое, с линией H_{α} , сливается линия $[NII]\lambda 6548$. Для этой галактики не определялись относительные интенсивности, так как линия H_{β} находится как в эмиссии, так и в поглощении, линия H_{γ} и H_{δ} почти не видны, а линия H_{ϵ} находится в поглощении, и сливается с $Ca II \lambda 3968$. Это все хорошо видно из рис. 1, где приведены профили линий, наблюдавшихся в спектре галактики № 323.

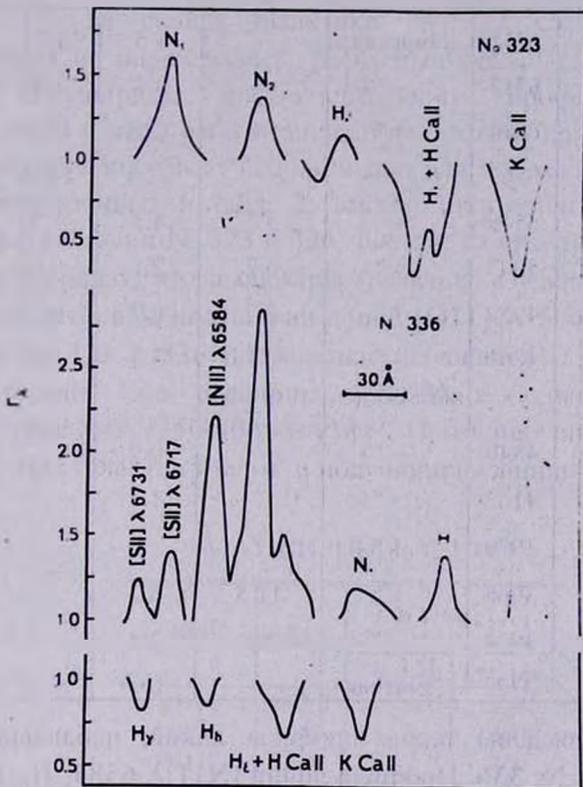


Рис. 1. Профили линий

Данные табл. 2, приведенные для линии $[OIII]\lambda\lambda 5007, 4959$ и H_{β} галактики № 336, являются средними значениями двух наблюдений. Для линии H_{β} оба значения эквивалентных ширины почти совпали, а для каждой из линий $[OIII]\lambda\lambda 5007$ и 4959 обе величины отличаются от их среднего значения примерно на 30%.

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ,
ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ

ИОН	λ_0	Эмиссия или абсорбция	№ 323	№ 336	
			$W_{\lambda}(\text{Å})$	W_{λ} (Å)	$I_{\lambda}/I_{H\alpha}$
1	2	3	4	5	6
[SII]	6731	Эмиссия		1.5	1.33
[SII]	6717	- " -		3.4	2.39
[NII]	6584	- " -	5.0	12.5	10.10
Π_{α}	6563	- " -		22.3	14.69
[NII]	6548	- " -	5.7	4.5	3.70
[OIII]	5007	- " -	6.7	2.1	0.61
[OIII]	4959	- " -	2.7	0.7	0.20
Π_{β}	4861	- " -	0.7	3.3	1.00
Π_{β}	- " -	Абсорбция	1.2		
Π_{γ}	4340	- " -		0.9	
Π_{δ}	4102	- " -		1.1	
Π_{ϵ}	3970	- " -			
CaII	3968	- " -	11.5	3.3	
CaII	3934	- " -	8.5	2.4	
[OII]	3727	Эмиссия		10.0	0.67

На рис. 1 приведены также профили линий, наблюдавшихся в спектре галактики № 336. Профили линий [NII] λ 6584, Π_{α} и [NII] λ 6548 приведены вместе, поскольку эти линии широкие и их крылья покрывают друг друга. При определении эквивалентных ширин и относительных интенсивностей этих линий мы искусственно их разделили и вычисляли эти величины в отдельности.

4. *Полуширины линий.* Полуширины линий, наблюдавшихся в спектрах ядер галактик с Уф-избытком, позволяют составить

представление как о динамике их газовых образований, так и о находящихся в них звездах. Однако определение истинных значений этих величин требует дополнительных усилий, так как полуширины линий, полученные из наблюдений, являются суммарными значениями истинной величины и величины, обусловленной инструментальным профилем линий. В табл. 3 приведены полуширины, *FWHM*, без исправления инструментального профиля линий для ядер вышеотмеченных галактик. Как было сказано выше, линии $[NII]\lambda$ 6584 и $H\alpha$ на сканах галактики № 323 слабые, поэтому их полуширины не определялись. В [4] был сделан вывод, что верхний предел полуширины инструментального профиля линий при применяемой в этой работе аппаратуре можно принять равным 270 км/с. Это значение было использовано для исправления полуширины линий, приведенных в табл. 2, вместо инструментального профиля линий ядер галактик № 323 и 336, так как их спектры были получены в тех же условиях, что и спектры галактик, изученных в [4]. В этом случае для истинных полуширин линий $[OIII]\lambda$ 5007 в спектрах ядер галактик № 323 и 336 получаются значения 410 км/с и 660 км/с, соответственно. Эти величины несколько больше значений для галактик типа Sy2 (350-400 км/с) [5]. Примерно такие же значения в спектрах этих галактик имеют и полуширины линии $[OIII]\lambda$ 4959.

Таблица 3

ПОЛУШИРИНЫ ЛИНИЙ

ИОН	λ_0	FWHM(км/с)	
		№ 323	№ 336.
[SII]	6731		350
[SII]	6717		400
[NII]	6584		460
$H\alpha$	6563		410
[OIII]	5007	680	930
[OIII]	4959	680	900
$H\beta$	4861	510	520
$CaII$	3934	1140	1050

В [6] определены полуширины запрещенных линий у 18 галактик типа Sy2. Там же показано, что у двух третей из них наблюдается

корреляция между величинами $FWHM$ и критической электронной плотностью (n_e^{kp}), при которой удары второго рода "гасят" данную линию. Такая же корреляция наблюдается у наших объектов. Например, для линий $[OIII]\lambda\lambda$ 5007, 4959, $n_e^{kp} = 7.10^5 \text{ см}^{-3}$, что примерно на два порядка больше $n_e^{kp} = 3.10^3 \text{ см}^{-3}$ линий $[SII]\lambda\lambda$ 6731, 6717. Соответствующие им полуширины также сохраняют такое неравенство в спектре ядра галактики №336, т.е. $FWHM([OIII]) > FWHM([SII])$. В спектре ядра галактики № 323 линии $[SII]\lambda\lambda$ 6731 и 6717 не обнаружены, но у него такая же корреляция наблюдается в случае линий $[OIII]\lambda$ 5007 и $[NII]\lambda$ 6584, хотя последняя слабая.

В спектре ядра галактики № 336 линии бальмеровской серии, начиная от H_γ наблюдаются в поглощении. Следует думать, что абсорбционные компоненты имеются также у линий H_α и H_β и они будут уменьшать соответствующие эмиссионные компоненты. Хотя, судя по эквивалентным ширинам линии поглощения H_γ , H_δ , можно заключить, что абсорбционные компоненты линий H_α и H_β малы и их влияние на интенсивности соответствующих эмиссионных компонентов незначительно.

Как видно из рис. 1, линия H_β в спектре ядра галактики № 323 наблюдается как в эмиссии, так и в поглощении. Ее профиль очень похож на профили линий H_γ и H_δ галактики № 214 [7]. Как у ядра галактики № 214, абсорбционные компоненты наблюдаются в длинноволновых частях линий. Такую структуру имеют профили линий H_β , H_γ и H_δ , в спектре галактики № 33 [8]. Естественно, что эмиссионные и абсорбционные компоненты линии H_β ядра галактики № 323 влияют друг на друга, в итоге оба компонента сужаются и становятся слабыми. Несмотря на это, величина полуширины эмиссионного компонента этой линии довольно большая.

Самыми широкими линиями в спектрах галактик № 323 и 336 являются H и K Ca II, первая из которых сливается с линией H_ϵ . Полуширины этих линий с учетом полуширины инструментального профиля линии (270 км/с) 870 и 780 км/с, соответственно. Профили этих линий приведены на рис. 1.

Результаты, приведенные выше, подтверждают вывод, сделанный в работе [2] о том, что ядро галактики №323 имеет

особенности ядер галактик типа Sy2. Тот же самый вывод можно распространить и на ядро галактики № 336. Таким образом, обе галактики, изученные в этой работе, являются галактиками Сейферта второго типа.

5. *Масса ядра галактики № 336.* При получении спектров галактики № 336 цель спектрографа проходила через яркое ядро галактики и вдоль ее рукавов. На рис. 2 приведена репродукция одного из спектров галактики. Из него видно, что спектр по высоте состоит из пяти частей. В центре - спектр ядра, а с обеих сторон по два спектра отдельных областей. Общая длина линии H_{α} составляет примерно $60''$. Эмиссионные линии слегка наклонены. На рис. 2 хорошо заметна наклонность линий $[NII]\lambda 6584$ и H_{α} ядра. По этому наклону была вычислена линейная скорость вращения ядра этой галактики; примерно 50 км/с на расстоянии $5''.5$ или 1300 пк от его центра. Так как угловой диаметр ядра равен $11''$, эта величина соответствует его радиусу.

По формуле $m = RV^2/G$ можно оценить массу ядра галактики № 336, где R - линейный радиус, на расстоянии которого определена скорость вращения V , G - гравитационная постоянная. С учетом этих данных получается $m = 8 \times 10^8 m_{\odot}$. По значениям абсолютной звездной величины ядра в фотографических лучах, приведенных выше и его массы, можно определить отношение массы к светимости. Оно равно $m/L = 1.3$, что характерно для галактик с Уф -избытком, а также сейфертовских галактик.

6. *Обсуждение.* Число галактик типа Сейферта в настоящее время приближается к тысячи. Данные о 959 из них приведены в каталоге [9]. Большой литературный обзор объектов этого каталога показывает, что в спектрах многих галактик, вошедших в каталог, наряду с эмиссионными линиями наблюдаются также линии поглощения водорода, H и K CaII, дублет натрия D_1, D_2 , линии MgI и других элементов. В спектрах многих галактик Сейферта наблюдаются также полосы поглощения разных молекул $T_1O, CN, MgII$ и др. [10]. Иначе говоря, в спектрах этих объектов наблюдаются, по всей вероятности, все линии поглощения и полосы поглощения молекул, которые встречаются в спектрах нормальных галактик.

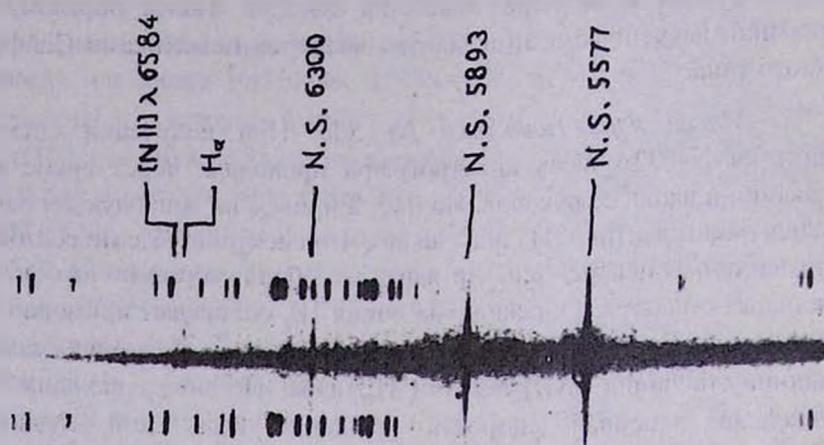


Рис. 2. Репродукция спектра галактики № 336.

В спектрах галактик Сейферта сохраняются также еще одна важная особенность нормальных галактик - линии поглощения H и K CaII более широкие, чем абсорбционные линии водорода [10]. Такое сходство между абсорбционными спектрами нормальных галактик и галактик типа Сейферта говорит о том, что сейфертовские объекты с абсорбционными линиями, по развитию приближаются к нормальным галактикам, но все же, вероятно, активные процессы в них таких же такие бурные, как у галактик Сейферта без линий поглощения. Именно этой особенностью обладают галактики № 323 и 336.

Ереванский государственный
университет.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ДВУХ СЕЙФЕРТОВЫХ
ГАЛАКТИК

М.А.КАЗАРЯН

The results of spectrophotometry of galaxies No. 323 and 336 with UV excess from list [1] are presented. The equivalent widths, relative intensities and FWIIM of the lines are obtained. It is shown that the nuclei of galaxies have the physical properties of Sy 2 type galaxies. It is concluded that these objects by evolution draw towards normal galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 16, 17, 1980.
2. М.А.Казарян, *Астрофизика*, 27, 399, 1987.
3. R.P.S. Stone, *Astrophys j*, 218,767, 1977.
4. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 33, 169, 1990
5. D.E.Osterbrock, W.G.Mathews, *Ann. Rev. Astron. Astrophys*, 24, 171, 1986.
6. M.M.De Roberts, D.E. Osterbrock, *Astrophys j*, 301, 727, 1986.
7. М.А.Казарян, *Астрофизика*, 36, 217, 1993
8. М.А.Казарян, В.С.Таманян, *Астрофизика*, 36, 3, 1993
9. В.А.Литовецкий, С.Н.Пенгестный, О.М.Пенгестная, *Сообщ. Спец. Астрофиз. обсерв. АИР*, 55,5,1987.
10. E.Bica, D.Alloin, *Astron. Astrophys. Suppl. ser*, 70, 281, 1987.