

УДК: 524.74:520.44

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ГАЛАКТИК С УФ-ИЗБЫТКОМ

М.А.КАЗАРЯН, Э.Л.КАРАПЕТЯН

Поступила 26 мая 2003

Принята к печати 3 ноября 2003

В работе приводятся результаты спектрофотометрического исследования 21 галактики с УФ-избытком. Определены полуширины (FWHM) и эквивалентные ширины линий, наблюдавшихся в спектрах этих галактик, а также относительные интенсивности эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектре галактики Kaz243. Сделано предположение, что она имеет особенности галактик типа Sy2. Найдены электронные плотности и массы газовых составляющих для 15 галактик, а также массы 8 галактик для которых вычислены отношения Σ/L . Показано, что спектральные структуры изученных галактик не зависят от того, являются ли они членами физических систем или одиночные.

1. *Введение.* В работе [1] приведены предварительные результаты спектрального наблюдения 23 галактик с УФ-избытком из списков Казаряна [2-4]. Спектры были получены на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории с камерой Вуи FOSC-2. При наблюдении были использованы две гризмы - "красная" и "зеленая". В спектрах 22 галактик наблюдались эмиссионные линии. Настоящая работа посвящается спектральному исследованию 21 галактики из 23. Данные о наблюдениях приведены в [1].

2. *Полуширины, эквивалентные ширины и относительные интенсивности эмиссионных линий.* Спектры галактик, изученные в настоящей работе, кроме Kaz56, были получены с "красной" гризмой, охватывающей интервал $\lambda\lambda 7500 - 5400 \text{ \AA}$. В эту область в основном попадали эмиссионные линии [SII] $\lambda\lambda 6731, 6717$; [NII] $\lambda\lambda 6584, 6548$ и H α . В спектрах галактик Kaz52, Kaz56, Kaz248, Kaz255 наблюдаются также линии поглощения NaI $\lambda\lambda 5896, 5890$, которые сливаются и наблюдаются как одна линия с эффективной длиной волны 5893 \AA . В спектре галактики Kaz248, кроме этой линии, наблюдается также линия поглощения FeI $\lambda 5589$. Что касается спектров галактики Kaz243, то они получены как с "красной" гризмой, так и с "зеленой". Эти спектры охватывают область $\lambda\lambda 7500 - 4500 \text{ \AA}$, т.е. кроме вышеотмеченных эмиссионных линий в спектре этой галактики наблюдались также эмиссионные линии [OIII] $\lambda\lambda 5007, 4959$ и H β .

Данные о полуширинах и эквивалентных ширинах эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектрах 19 галактик, приведены в табл.1.

ПОЛУШИРИНЫ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ
ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРАХ ГАЛАКТИК

Ион	$\lambda_0(\text{Å})$	Kaz51		Kaz52		Kaz53		Kaz54		Kaz60	
		FWHM (км/с)	$W_\lambda(\text{Å})$								
[SII]	6731	-	5.4	-	2.1	280	3.2	-	6.9	120	2.4
[SII]	6717	-		300	2.8	380	2.9	400	8.8	-	11.7
[NII]	6584	370	3.1	430	12.2	300	11.0	440	11.8	380	8.5
HI	6563	390	6.5	450	20.6	390	21.2	330	38.4	410	22.5
[NII]	6548	400	1.0	420		320	4.2	390	4.1	300	2.5
Ион	$\lambda_0(\text{Å})$	Kaz61		Kaz244		Kaz247		Kaz248		Kaz251	
		FWHM (км/с)	$W_\lambda(\text{Å})$								
[SII]	6731	370	2.1	380	7.0	400	1.2	520	0.8	-	2.4
[SII]	6717	-	2.7	-		450	1.7	420	0.6	470	3.1
[NII]	6584	360	4.4	550	6.8	370	3.8	500	2.7	430	6.2
HI	6563	270	4.5	480	11.4	320	5.6	560	3.6	420	12.0
[NII]	6548			-	2.3					-	-
Ион	$\lambda_0(\text{Å})$	Kaz255		Kaz379		Kaz380		Kaz387(I)		Kaz387(II)	
		FWHM (км/с)	$W_\lambda(\text{Å})$								
[SII]	6731	-	-	270	3.8	-	4.1	0.5	-	380	0.2
[SII]	6717	-	-	340	4.0	250	3.2		-	330	0.3
[NII]	6584	370	3.2	290	15.6	-	-	440	0.7	360	1.2
HI	6563	410	5.2	360	32.6	280	28.9	370	1.5	360	2.4
[NII]	6548	-	1.1	-	4.6	-	-	-	0.2	420	0.4
Ион	$\lambda_0(\text{Å})$	Kaz395		Kaz396		Kaz399		Kaz404		Kaz418	
		FWHM (км/с)	$W_\lambda(\text{Å})$								
[SII]	6731	350	6.4	300	7.5	420	2.1	340	3.1	360	3.3
[SII]	6717	380	8.3	330	9.6	350	2.1	-	4.1	-	8.5
[NII]	6584	460	8.9	360	9.4	-	-	-	6.2	460	6.9
HI	6563	370	67.7	360	59.1	360	10.1	360	19.7	420	25.8
[NII]	6548	-		380	3.3	-	-	360	3.1	430	2.6

Спектр галактики Kaz387 разделяется на две части - южная (I) и северная (II). Эмиссионные линии [SII] $\lambda\lambda$ 6731, 6717 в южной части сливаются, а в северной - разделяются друг от друга, поэтому в табл.1 они приведены отдельно, Kaz387(I) и Kaz387(II). В табл.2 приведены полуширины, эквивалентные ширины и относительные интенсивности эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектре галактики Kaz243. В табл.3 приведены полуширины и эквивалентные ширины линий поглощения, наблюдавшихся в спектрах четырех галактик. В таблицу входит также Kaz56, в спектре которой наблюдается только линия поглощения NaI λ 5893 Å.

Таблица 2

ПОЛУШИРИНЫ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ
ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ГАЛАКТИКИ KAZ243

Ион	λ_0 Å	FWHM (км/с)	W_λ Å	I_{HD}/I_{HP}
[SII]	6731	450	4.6	1.20
[SII]	6717	450	4.3	1.04
[NII]	6584	430	10.8	2.64
HI	6563	440	22.0	8.25
[NII]	6548	440	3.6	0.91
[OIII]	5007	560	7.7	1.85
[OIII]	4959	570	2.5	0.64
HI	4861	590	3.6	1.00

Таблица 3

ПОЛУШИРИНЫ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИИ
ПОГЛОЩЕНИЯ В СПЕКТРАХ ГАЛАКТИК

Галактика	NaI 15893		FeI 15589	
	FWHM (км/с)	W_λ Å	FWHM (км/с)	W_λ Å
Kaz52	600	4.4	650	1.3
Kaz56	260	4.8		
Kaz248	610	3.9		
Kaz255	560	3.3		

3. *Электронная плотность и масса газовой составляющей галактик. Масса галактик.* Как было отмечено выше, в спектрах 20 изученных галактик наблюдаются эмиссионные линии, указывающие на наличие в них ионизованного газа. Для определения электронной плотности n_e в галактиках было использовано отношение интенсивностей эмиссионных линий [SII] $\lambda\lambda$ 6731, 6717, $R = I_{6717}/I_{6731}$. В работе [5] приведены кривые зависимости R от n_e при разных T_e . Используя кривую при $T_e = 10000^\circ \text{K}$, была определена n_e для газовой составляющей каждой из этих галактик. В табл.4 даны значения R и n_e . Масса газовой составляющей каждой галактики $M_{\text{gas}} = n_e m_H V_{\text{eff}}$, где m_H - масса атома водорода, а V_{eff} - эффективный объем газа. V_{eff} вычисляется обычным методом [6], используя эквивалентную ширину линии $H\alpha$. Данные M_{gas} и r_{eff} - радиус эффективного объема газа указаны в табл.4, в которой даются также массы 8 галактик, определенные по наклонам эмиссионных линий, наблюдавшихся в их спектрах. Для этих галактик были определены также светимость, L и отношение M/L , которые также даны в табл.4. При определении светимости галактик были использованы их абсолютные величины, взятые из работы [1].

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛАКТИК

Галактики	r (Мпк)	R	n_c	r_g (пк)	$M (M_\odot)$	$\bar{\mu} (\bar{\mu}_\odot)$	$L (L_\odot)$	\mathcal{M}/L
Kaz52	55.0	1.26	230	42.4	$2.3 \cdot 10^6$	$0.7 \cdot 10^{10}$	$3.7 \cdot 10^9$	1.88
Kaz53	46.4	1.00	725	19.3	$6.2 \cdot 10^5$	-	-	-
Kaz54	57.5	1.27	210	58.3	$5.0 \cdot 10^6$	$0.2 \cdot 10^{10}$	$3.1 \cdot 10^9$	0.65
Kaz60	118.6	1.13	420	50.8	$6.7 \cdot 10^6$	$0.7 \cdot 10^{10}$	$1.6 \cdot 10^{10}$	0.44
Kaz61	124.4	1.18	350	29.7	$1.1 \cdot 10^6$	-	-	-
Kaz243	115.4	0.86	1260	19.4	$1.1 \cdot 10^6$	$0.6 \cdot 10^{10}$	$8.6 \cdot 10^9$	0.71
Kaz244	140.0	-	-	-	-	$1.6 \cdot 10^{10}$	$9.5 \cdot 10^9$	1.69
Kaz247	22.0	1.33	130	-	-	-	-	-
Kaz248	124.0	0.76	1820	9.3	$1.8 \cdot 10^5$	-	-	-
Kaz251	120.0	1.27	210	40.1	$1.7 \cdot 10^6$	$1.0 \cdot 10^{10}$	$4.5 \cdot 10^9$	2.22
Kaz379	180.0	1.02	660	34.4	$3.2 \cdot 10^6$	-	-	-
Kaz380	22.0	0.78	1660	3.4	$8.3 \cdot 10^3$	-	-	-
Kaz387	144.4	1.44	10	225.5	$1.4 \cdot 10^7$	$1.0 \cdot 10^{10}$	$8.6 \cdot 10^9$	1.16
Kaz395	142.0	1.28	170	90.5	$1.6 \cdot 10^7$	-	-	-
Kaz396	18.4	1.26	230	20.8	$2.5 \cdot 10^5$	-	-	-
Kaz399	24.0	0.92	830	5.2	$1.4 \cdot 10^4$	-	-	-
Kaz404	153.0	1.28	170	47.5	$2.2 \cdot 10^6$	-	-	-
Kaz418	153.0	2.56	-	-	-	$0.9 \cdot 10^9$	$1.1 \cdot 10^{10}$	0.08

4. *Обсуждение результатов.* В табл.5 приведены морфологические классы изученных галактик, взятые из [7]. В таблице дается также информация о том, к каким физическим системам: скоплениям (Cl), группам (Gr) и парам (P) принадлежат эти галактики или одиночные (Sin) [8]. Из табл.5 видно, что морфологический класс этих галактик очень разнообразен: компактные (C), сферические (Sph), эллиптические (E), спиральные (S) и линзообразные (L). Внутри галактик наблюдаются разные образования: ядро (n), сгущения (k), яркие центральные области (r), отросток (j). Вокруг галактик часто наблюдается гало (h). Kaz396 состоит из двух частей, каждая из которых напоминает отдельную

Таблица 5

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ГАЛАКТИК ФИЗИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Галактики	Морфологические классы	Физ. система	Галактики	Морфологические классы	Физ. система	Галактики	Морфологические классы	Физ. система
Kaz51	Sph	Cl	Kaz243	E+H	Cl	Kaz380	E	Cl
Kaz52	Sn	p	Kaz244	E	sin	Kaz387	E	Cl
Kaz53	Ln	p	Kaz247	Ir(r)	sin	Kaz395	N	Cl
Kaz54	E	p	Kaz248	E+H	gr	Kaz396	gr	Cl
Kaz56	Lr	sin	Kaz251	En	sin	Kaz399	L	Cl
Kaz60	E	sin	Kaz255	E+j	sin	Kaz404	Sph+4K	sin
Kaz61	E	Cl	Kaz379	E	sin	Kaz418	Sn	Gr

центральную область (r). Морфологический класс такой галактики в [7] обозначен через rr . Kaz404 является сферической галактикой, в которой наблюдаются четыре сгущения, поэтому к ее морфологическому классу добавляется символ $4k$.

Все упомянутые образования представляют большой интерес. Было бы желательно получить их спектры. Из табл.5 видно, что такими образованиями обладают галактики Kaz 52, Kaz53, Kaz56, Kaz243, Kaz247, Kaz248, Kaz251, Kaz387 и Kaz418. Из них Kaz243 и Kaz248 имеют гало, однако из-за слабости гало их спектры не получились. В центральной яркой части галактики Kaz56 наблюдается только линия поглощения NaI λ 5893. В спектрах остальных галактик наблюдаются сильные и сравнительно широкие эмиссионные линии [SII] $\lambda\lambda$ 6731, 6717; [NII] $\lambda\lambda$ 6584, 6548 и H α .

Область спектров, полученная с "красной" гризмой, $\lambda\lambda$ 7500 – 5400 Å, богата линиями неба (N.S.). Они часто сливаются с одним из компонентов эмиссионных линий [SII]. При определении FWHM трудно учитывать долю N.S., поэтому для линий, которые сливаются с N.S., полуширины не определялись. В спектре галактики Kaz404 N.S. сливалась также с [NII] λ 6584. Что касается эквивалентной ширины такой линии, то для них легко учесть долю N.S., поэтому для такой линии определялась эквивалентная ширина. Полуширины линий, приведенные в табл.1-3, не исправлены за инструментальную полуширину. По всей вероятности она не превосходит 200 км/с.

Из табл.1 и 2 видно, что для каждой эмиссионной линии полуширины меняются в довольно широком интервале: для линии H α от 500 км/с до 270 км/с, а для [NII] λ 6584 от 550 км/с до 300 км/с. Самые широкие эмиссионные линии наблюдаются в спектре Kaz243, значения полуширины линий [OIII] $\lambda\lambda$ 5007, 4959 и H β равны 560 км/с, 570 км/с и 590 км/с, соответственно. Имея в виду критерии, приведенные в [9], а также полуширины и относительные интенсивности линий [OIII] $\lambda\lambda$ 5007, 4959, можно сказать, что галактика Kaz243 имеет особенности галактик типа Sy2. На рис.1 приведена коротковолновая часть спектра галактики Kaz243, где хорошо видны эмиссионные линии [OIII] $\lambda\lambda$ 5007, 4959 и H β , которые довольно интенсивные и широкие.

Из табл.2 видно, что значение отношения $I_{H\alpha}/I_{H\beta}$ галактики Kaz 243 больше, чем для газовых туманностей модели "B". Поэтому можно считать, что одной из причин такого отношения $I_{H\alpha}/I_{H\beta}$ является наличие пыли, поглощение со стороны которой, по всей вероятности, имеет место в галактике Kaz 243.

Из табл.3 видно, что полуширина линий поглощения в спектрах галактик, кроме Kaz56, довольно большая. Что касается Kaz56, то в ее

спектре наблюдаются только линии поглощения. В [10] подробно были обсуждены физические особенности 13 галактик с УФ-избытком, в спектрах которых наблюдаются только линии поглощения. К ним теперь можно добавить еще Kaz56.

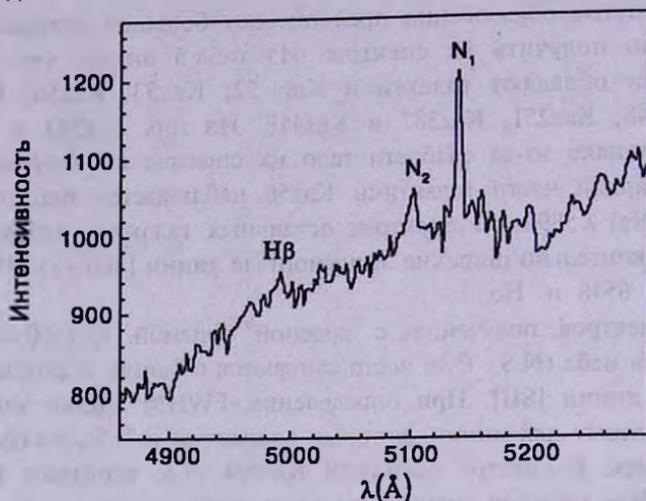


Рис.1. Спектр галактики Kaz243.

Из табл.5 видно, что 13 галактик связаны с физическими системами. Kaz52 и Kaz53 составляют между собой пару [1], а Kaz54 составляет пару с ближайшей нормальной галактикой. Восемь галактик являются членами скоплений, две - членами групп, а восемь галактик - одиночные.

Однако спектральные структуры не зависят от того - принадлежат ли галактики к разным физическим системам или одиночные. Например, сравнительно высокие возбужденности наблюдаются у галактик Kaz61, Kaz243, Kaz247 и Kaz248, которые принадлежат к разным системам: Kaz61 и Kaz243 являются членами скоплений, Kaz248 принадлежит группе, а Kaz247 - одиночная. Причем две галактики, Kaz61 и Kaz243, обладают сильным УФ-избытком, а Kaz247 и Kaz248 - умеренным или слабым УФ-избытком. См характеристики исследованных галактик, кроме Kaz52 и Kaz56, имеют тип "d", а Kaz52 и Kaz56 - тип "sd". 10 из них обладают сильным (баллы 1 и 2), а остальные 11 - слабым или умеренным УФ-избытком (балл 3). 20 из них или примерно 95% являются эмиссионными галактиками. В спектре одной галактики, как было отмечено выше, наблюдаются только линии поглощения. Из 20 эмиссионных галактик для 15 удалось определить массу газовых составляющих. Из табл.4 видно, что они меняются от $8.3 \cdot 10^3 M_{\odot}$ у галактики Kaz380 до $1.6 \cdot 10^7 M_{\odot}$ у Kaz395, т.е. меняются в довольно широком интервале. Массы восьми галактик определялись по наклонам спектральных линий, причем четыре

из них имеют яркие ядра. Только у галактики Kaz53 линии не наклонены. Эти массы меняются от $0.9 \cdot 10^9 M_{\odot}$ у галактики Kaz418 до $1.6 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ у Kaz244. В отличие от масс газовых составляющих, массы этих восьми галактик отличаются друг от друга незначительно - всего 17.8 раза.

В табл.4 для этих 8 галактик приведены отношения M/L , которые меняются от 0.08 у галактики Kaz418 до 2.22 у Kaz251.

Резюмируя результаты, полученные в настоящей работе, можно заключить:

1) Определены значения полуширины и эквивалентные ширины линий, наблюдавшихся в спектрах 21 галактики. Определены также относительные интенсивности эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектре галактики Kaz 243. Сделано предположение, что эта галактика имеет особенности галактик типа Sy2.

2) Расчитаны электронные плотности и массы газовых составляющих для 15 галактик. Определены также массы 8 галактик. Для этих же галактик вычислены значения M/L , которые характерны для галактик с УФ-избытком.

3) Показано, что спектральные структуры изученных галактик не зависят от того, являются ли они членами физических систем или же одиночные.

Ереванский государственный университет,
Армения, e-mail: astro@ysu.am

SPECTROPHOTOMETRY OF THE GALAXIES WITH UV-EXCESS

M.A.KAZARIAN, E.L.KARAPETIAN

The results of spectrophotometry of 21 galaxies with UV-excess are presented. The FWHM and equivalent widths of the lines observed in the spectra of these galaxies, are obtained. The relative intensities of the emission lines of the galaxy Kaz243 are determined. It is shown that this galaxy have properties of Sy2 galaxies. The electron densities and masses of the gaseous components of the 15 galaxies, the masses and the M/L relations of 8 galaxies are also calculated. It is shown, that the spectral structures of the galaxies do not depend whether they are members of physical systems or are isolated.

Key words: *Galaxies:spectrophotometry*

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Казарян, Э.Л.Карапетян, *Астрофизика*, **45**, 559, 2002.
2. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **15**, 5, 1979.
3. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, **16**, 17, 1980.
4. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, **18**, 512, 1982.
5. И.В.Носов, *Астрон. циркуляр*, N1050, 1979.
6. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **20**, 35, 1984.
7. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **39**, 431, 1996.
8. М.А.Казарян, Ж.Р.Мартиросян, *Астрофизика*, **46**, 107, 2003.
9. D.E.Osterbrock, W.G.Mathews, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **24**, 171, 1986.
10. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **38**, 227, 1995.