

УДК: 524.7:520.44

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСЬМИ ГАЛАКТИК С УФ-ИЗЫТКОМ

М.А.КАЗАРЯН, Э.Л.КАРАПЕТЯН

Поступила 30 октября 1997

Принята к печати 20 ноября 1997

Приводятся результаты спектрального и морфологического исследования галактик с УФ-избытком №27, 28, 93, 101, 109, 164, 204 и 217 из списков [1]. Определены эквивалентные ширины, относительные интенсивности и полуширины линий. Определены также массы галактик №28, 93, 101, 164, 204 и 217.

1. *Введение.* В работе проводятся результаты спектрофотометрического исследования восьми галактик с УФ-избытком, которые в списках [1] имеют порядковые номера: 27, 28, 93, 101, 109, 164, 204 и 217. Их спектрально-морфологические (СМ) характеристики, угловые размеры и морфологические особенности очень разнообразны. Эти и некоторые другие данные для этих галактик приведены в табл.1. Угловые размеры, фотографические звездные величины и СМ-характеристики были взяты из работ [1], морфологические классы - [2], красные смещения и

Таблица 1

ДАННЫЕ О ГАЛАКТИКАХ

№ галактики	Размеры	Морфологический класс	m_{H}	СМ характеристики	z	M_{H}
27	10x12"	Sph(r)	17. ^m 0	d3	0.0410	-19 ^m .0
28	10x30	Sn, T27,29	16.5	s2	0.0410	-20.0
93	3x40	I ₁ +mk	16.5	sd2	0.0252	-18.5
101	18x40	Ir	16.3	d3	0.0179	-18.0
109	6x8	E	17.3	d1	0.0254	-17.7
164	12x60	E	14.5	s3	0.0272	-20.7
204	7x12	Sph	16.5	s1	0.0328	-19.1
217	10x100	L	15.5	d3	0.0248	-19.5

абсолютные фотографические звездные величины - [3]. Значения красных смещений и абсолютных звездных величин для галактик №27 и 28 приведены впервые.

Наблюдательный материал для изучения этих галактик был получен одним из авторов (М.А.К.) на 6-м телескопе САО РАН.

2. *Спектральные наблюдения.* Спектры исследованных галактик были получены на 6-м телескопе САО РАН в сочетании с разной светоприемной аппаратурой.

В табл.2, где приведены применяемые приборы, они обозначены буквами "а", "б" и "в". Первая из них означает, что при получении спектров был использован спектрограф СП-160 в сочетании с ЭОП М9ЩВ, "б" - спектрограф UAGS + многоканальный сканер и "в" - спектрограф UAGS + ЭОП УМК 91В. При получении спектров ширина щелей спектрографов была примерно 1".

Таблица 2

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИБОРАХ

№ галактики	Дата наблюдения	Светоприемная аппаратура	Экспозиция (в мин)	Спектральная область (Å)	Количество спектров
27	03.07.1978	а	30	5750-7150	1
28	04.07.1978	"	40	"	1
93	26.06.1984	в	25	4470-7500	1
101	02.10.1984	"	20	"	1
109	27.06.1984	"	20	"	1
"	29.06.1984	"	"	3550-6400	1
164	06.08.1983	б	8	5680-7130	2
"	30.06.1984	в	10	4470-7500	1
"	"	"	5	"	1
"	"	"	10	3550-6400	1
"	"	"	5	"	1
204	27.06.1984	"	20	4470-7500	1
217	02.10.1984	"	20	"	1

Дисперсия спектрографов СП-160 и UAGS была примерно 05Å/мм и 100Å/мм соответственно. В случаях "а" и "в" были использованы пленки Kodak 103a-0.

На рис.1 приведены репродукции спектров галактик №27 и 28,

полученных при помощи спектрографа СП-160.

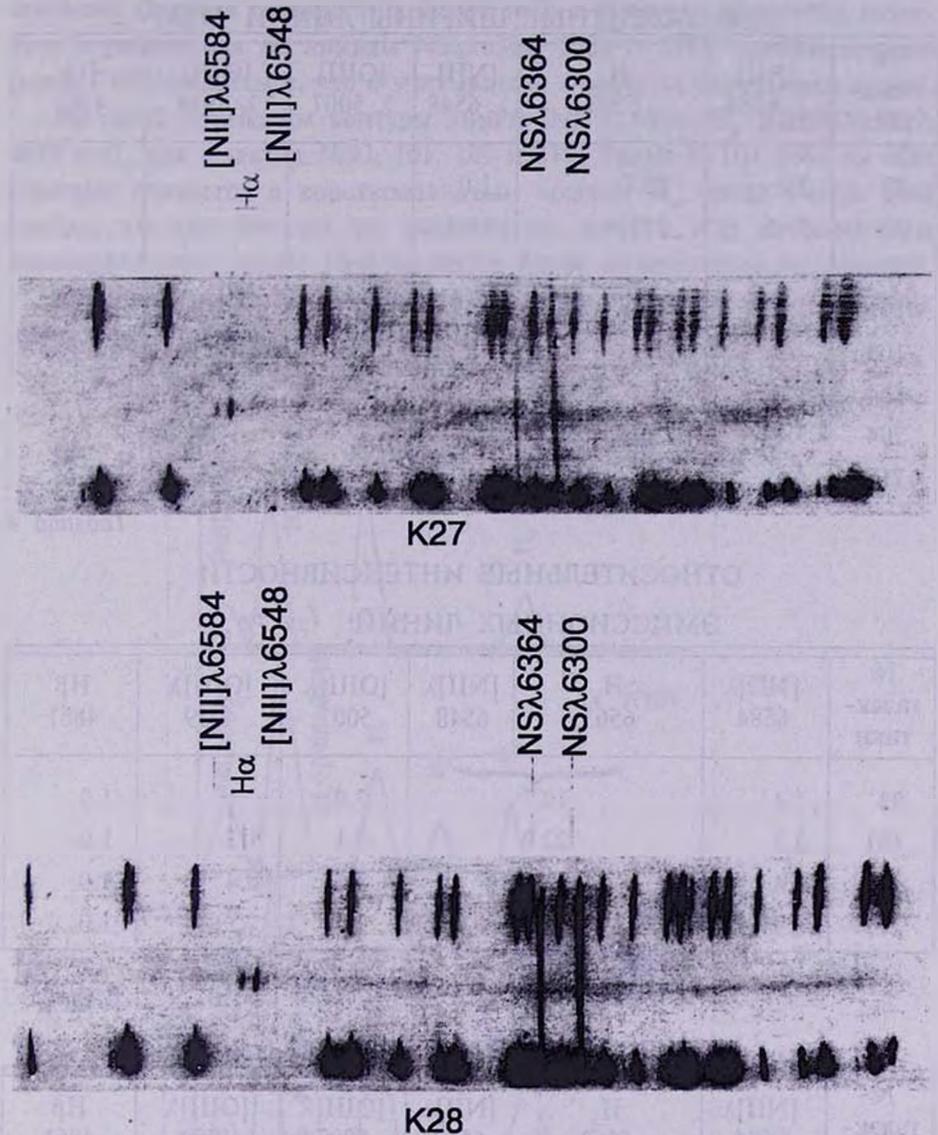


Рис.1 Репродукции спектров галактик №27 и 28, полученных на 6-м телескопе САО РАН.

3. *Эквивалентные ширины, относительные интенсивности и полуширины линий.* В табл. 3-5 приведены эквивалентные ширины, относительные интенсивности и полуширины эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектрах изученных галактик. Данные для линий [OIII]λλ 5007, 4959 и Hβ являются средними значениями двух наблюдений, причем средняя ошибка не превосходит 20%.

Таблица 3

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ $w(\text{Å})$

№ галактики	[NII] λ 6584	H $_{\alpha}$ 6563	[NII] λ 6548	[OIII] λ 5007	[OIII] λ 4959	H $_{\beta}$ 4861
27	2.6	22.7	1.0			
28	36.5	101.4	11.7			
93	1.5	10.4		9.6		3.6
101	4.9	16.0		3.5	1.3	1.5
109	2.2	21.6		11.0	4.6	11.9
164		4.2				7.5
204	5.4	15.3				
217	4.5	10		3.0		2.1

Таблица 4

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ
ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ $I_{\lambda}/I_{H_{\beta}}$

№ галактики	[NII] λ 6584	H $_{\alpha}$ 6563	[NII] λ 6548	[OIII] λ 5007	[OIII] λ 4959	H $_{\beta}$ 4861
93	1.4	10.7		3.0		1.0
101	5.3	22.0		3.1	1.1	1.0
109	0.4	3.8		1.3	0.4	1.0
217	2.9	6.3		1.7		1.0

Таблица 5

ПОЛУШИРИНЫ ЛИНИЙ FWHM (км/с)

№ галактики	[NII] λ 6584	H $_{\alpha}$ 6563	[NII] λ 6548	[OIII] λ 5007	[OIII] λ 4959	H $_{\beta}$ 4861
27	150	380	180			
28	240	390	180			
93	310	490		530		600
101	410	450		470	440	430
109	220	270		470	410	400
204	310	310				
217	580	450		470		480

Значения полуширин линий не исправлены за инструментальный профиль. Средняя полуширина линий неба в спектрах изученных галактик, определенная по линиям $NS\lambda\lambda 6364, 6300$ и 5577 , приблизительно равна $FWHM=200\text{км/с}$, что и учитывалось в расчетах полуширин линий.

На рис.2 приведены контуры линий $[NII]\lambda 6584$, H_α , $[OIII]\lambda\lambda 5007, 4959$ и H_β для галактик №93, 101, 109 и 217. Линия $[NII]\lambda 6584$ на всех спектрах сливается с коротковолновым крылом H_α , когда $[NII]\lambda 6584$ слабая, то она больше не выделяется, просто под ее влиянием коротковолновое крыло H_α становится более интенсивным и длинным.

Методика обработки наблюдательного материала описана в наших ранних работах (см., например, [4]).

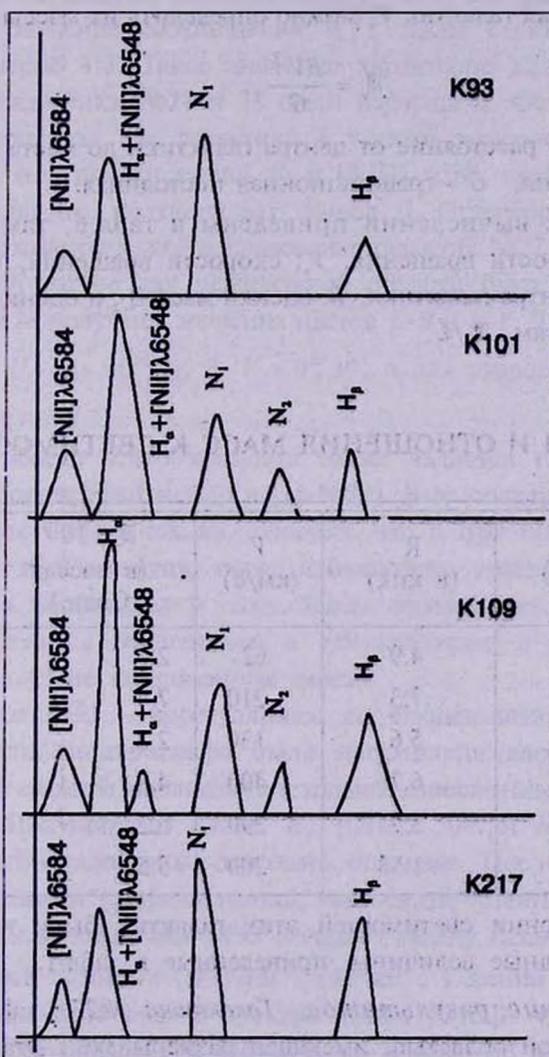


Рис.2. Контурсы эмиссионных линий, наблюдавшихся в спектрах галактик №93, 101, 109 и 217.

4. *Определение масс.* В спектрах 6 из изученных галактик эмиссионные линии наклонены, что является результатом их вращения. Наклонность эмиссионных линий $[\text{NII}]\lambda 6584$ и H_α , наблюдавшихся в спектре галактики №28, хорошо видна на рис.1. По этим наклонам определены радиальные скорости вращения галактик. Для этого измерения спектров проводились на универсальном микрометре, УИМ-23, кафедры астрофизики ЕГУ. При помощи радиальных скоростей вращения можно определить скорости вращений галактик по формуле $V = V_r \cos \epsilon$, где ϵ угол между картинной плоскостью и плоскостью вращения галактик. Его можно оценить с помощью простого соотношения $\cos \epsilon = b/a$, где a и b - большая и маленькая полуоси галактики. После определения скорости вращения галактик V , можно определить их массы по формуле:

$$M = \frac{RV^2}{G},$$

где R - линейное расстояние от центра галактики до места определения скорости вращения, G - гравитационная постоянная.

Данные этих вычислений приведены в табл.6, там приведены радиальные скорости вращения, V_r ; скорости вращения, V ; линейные расстояния от центра галактики, R ; оценки масс M , и оценки отношений масс к светимостям, M/L .

Таблица 6

МАССЫ И ОТНОШЕНИЯ МАСС К СВЕТИМОСТИ

№ галактики	V_r (км/с)	R (в кпк)	V (км/с)	$M \times 10^{10}$ (в массах Солн.)	M/L (в солнеч. единицах)
28	58	4.9	62	2.0	1.3
93	210	7.3	210	7.4	20.3
101	120	5.6	130	2.2	10.1
164	390	6.7	400	4.8	8.9
204	240	3.2	290	6.2	7.5
217	200	10.3	200	9.5	10.4

При определении светимостей этих галактик были использованы абсолютные звездные величины, приведенные в табл.1.

5. *Обсуждение результатов.* Галактика №27 - сферическая, с яркой центральной областью, имеющей размеры $3 \times 6''$. Эта галактика с галактиками №28 и 29 составляет физическую систему, триплет.

Расстояние этой системы приблизительно равно 160 Мпк. Угловые расстояния между галактикой №27 и 28, 27 и 29, 28 и 29, измеренные на пластинке, полученной на 6-м телескопе, равны 95", 114" и 54" соответственно. Этим величинам соответствуют линейные расстояния 74, 88 и 42кпк. Хотя галактика №27 имеет слабый УФ-избыток - d_3 . в ее спектре наблюдаются сильные, но узкие эмиссионные линии H_α и $[\text{NII}]\lambda$ 6584, которые хорошо видны на рис.1.

Галактика №28 - спиральная, с ярким ядром, диаметр которого 4". В отличие от предыдущей галактики, эта галактика обладает сильным УФ-избытком - s_2 , который принадлежит к ядру. Как было отмечено выше, была определена масса галактики №28, которая равна примерно $2 \cdot 10^{10} m_\odot$. Значение соотношения M/L также было определено, оно равно примерно 1.3. Такое значение характерно для галактик с УФ-избытком. Галактики №27 и 28 были изучены Д. Остерброком [5]. Он их охарактеризовал как галактики с узкими эмиссионными линиями. Данные для полуширин линий H_α и $[\text{NII}]\lambda$ 6584, приведенные в табл.5 для этих галактик, подтверждают вывод Д. Остерброка.

UBV - фотометрическое исследование галактик №27 и 28 было сделано в [6]. В этой работе для центральной области галактики №27 и ядра галактики №28 получены значения цветов *U-B* и *B-V*. Для первого объекта они равны $U-B = -0^m.01$, $B-V = 0^m.39$, а для второго - $U-B = 0^m.05$, $B-V = 0^m.28$.

Третий объект этого триплета также является галактикой с УФ-избытком (порядковый номер в [1]-№29). В ее спектре, полученном на 6-м телескопе САО в тех же условиях, что и при получении спектров предыдущих двух галактик, также наблюдались эмиссионные линии H_α и $[\text{NII}]\lambda$ 6584. Они слабые и узкие. Таким образом, все члены изученного триплета являются галактиками с УФ-избытком, в спектрах которых наблюдаются узкие эмиссионные линии.

Галактика №93 - иррегулярная, со сгущениями. При получении спектра щель спектрографа была направлена вдоль большой оси галактики. В спектре наблюдались только эмиссионные линии, которые наклонены. Полуширины линий H_α , $[\text{OIII}]\lambda$ 5007 и H_β , наблюдавшихся в спектре этой галактики, довольно большие. После исправления за инструментальный профиль линий, они опять остаются большими. По этим величинам галактика №93 попадает между галактиками с узкими эмиссионными линиями ($FWHM \leq 160$ км/с у линии $[\text{OIII}]\lambda$ 5007, [7]) и галактиками типа Sy2. В спектре линия $[\text{OIII}]\lambda$ 4959 очень слабая, трудно было ее обработать. Поэтому ее данные не приведены.

Галактика №101 - иррегулярная. При получении спектра щель спектрографа проходила вдоль большой оси галактики. Высота линии

H_α составляет примерно 30", что только на 10" меньше ее большой оси. В спектре этой галактики полуширины линий H_α , [OIII] λ 5007, 4959 и H_β широкие, но уступают соответствующим ширинам этих же линий, наблюдавшихся в спектре галактики №93. Вывод, сделанный выше на основании полуширин линий для галактики №93, распространяется и на эту галактику.

Галактика №109 - эллиптическая, имеющая сильный УФ-избыток. Среди изученных галактик она имеет самые маленькие угловые размеры и светимость. Полуширины линий H_α и [NII] λ 6584 меньше, чем таковые у галактик №93 и 101, а полуширины линий [OIII] λ 5007, 4959 и H_β примерно такие, как у галактики №101.

Галактика №164 - эллиптическая. При получении ее спектров щель спектрографа проходила через большую ось галактики. Хотя и ее спектры охватывают широкую область λ 3550-7500Å, однако в них наблюдались лишь [NII] λ 6584, H_α , [OIII] λ 5007 и H_β . Линии [NII] λ 6584 и [OIII] λ 5007 очень слабые, их трудно было обработать, поэтому в работе приведены данные только для линий H_α и H_β . H_α и H_β очень узкие и сильно наклонены, что говорит о быстром вращении галактики. Например, на расстоянии 3700пк от центральной части галактики скорость вращения достигает приблизительно 400км/с. Галактика имеет слабый УФ-избыток, который принадлежит ее центральной части.

Галактика №204 - сферическая, имеет сильный УФ-избыток, однако в спектре наблюдаются только узкие эмиссионные линии [NII] λ 6584 и H_α .

Галактика №217 - линзообразная. При получении спектра этой галактики щель спектрографа проходила вдоль ее большой оси. В спектре линия [OIII] λ 4959 очень слабая, трудно было ее обработать, поэтому данные о ней не приведены в таблицах.

Из табл.2 видно, что спектры галактик №93, 101, 109, 164, 204 и 217 были получены в таких диапазонах длин волн, в которые попадают линии [OIII] λ 5007 и 4959. Однако эти линии наблюдались только в спектрах галактик №93, 101, 109, и 217. Как известно, линии [OIII] образуются в таких областях, где газовая составляющая имеет высокую возбужденность, что и наблюдается у отмеченных четырех галактик. Следовательно у галактик, в спектрах которых линии [OIII] λ 5007 и 4959 не наблюдаются, газовая составляющая будет иметь сравнительно низкую возбужденность. С другой стороны, для свечения газовой составляющей изученных галактик необходимо достаточное количество ультрафиолетовых квантов, которые в основном излучают звезды типов O и B. Эти звезды одновременно обеспечивают и УФ - избыток, наблюдавшийся в спектрах этих галактик.

Таким образом, в этих галактиках идут бурные процессы звездообразования, в результате которых в них рождаются также звезды типов O и B.

Нам хотелось бы обратить внимание на одну важную особенность, которая имеет место у многих галактик с УФ-избытком, не являющихся сейфертовскими галактиками. У галактик, имеющих характеристику "d", чаще наблюдается высоковозбужденная газовая составляющая, чем у тех, которые имеют характеристику "s". Такая особенность наблюдается также у галактик, изученных в настоящей работе. Из табл.1 видно, что 4 галактики имеют характеристику "d" и 4 - характеристику "s". Как было отмечено выше, у 6 галактик спектры были получены в таких диапазонах длин волн, в которые попадают высоковозбужденные линии [OIII] λ 5007, 4959. Три из них входят в первую группу, а остальные три - во вторую. В спектрах трех галактик (№101, 109, 217), вошедших в первую группу, наблюдаются линии [OIII] $\lambda\lambda$ 5007 и 4959, а в спектрах остальных трех галактик, вошедших во вторую группу, такие линии наблюдаются только у одной галактики (№93), т.е. частота встречаемости вышеотмеченной особенности у галактик с характеристикой "d" в три раза больше.

Из табл.4 видно, что у трех галактик, №93, 101 и 217, отношение $I_{H_{\alpha}}/I_{H_{\beta}}$, намного больше, чем у газовых туманностей для модели "B". Такое явление наблюдается у многих галактик с УФ-избытком и объясняется наличием пыли в газовых составляющих этих галактик.

Ереванский государственный
университет, Армения

SPECTROPHOTOMETRY OF EIGHT GALAXIES WITH UV EXCESS

M.A.KAZARIAN, E.L.KARAPETIAN

The results of spectrophotometry of galaxies with UV excess №27, 28, 93, 101, 109, 164, 204 and 217 from lists [1] are presented. The equivalent widths, relative intensities and FWHM of the lines are obtained. The masses of the galaxies №28, 93, 101, 164, 204 and 217 are also obtained.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **15**, 5, 193, 1979.
2. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **39**, 431, 1996.
3. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **27**, 339, 1987.
4. М.А.Казарян, *Астрофизика*, **38**, 227, 1995.
5. D.E.Osterbrock, *Bol. American Astron. Soc.*, **14**, 910, 1982.
6. В.С.Тамазян, *Астрофизика*, **20**, 43, 1984.
7. F.R.Feldman, D.W.Weedman, V.A.Balzano, L.W.Ramsay, *Astrophys.J.*, **256**, 427, 1982.

ASTROPHOTOMETRY OF BRIGHT GALAXIES
WITH UV EXCESS

M.A.KAZARYAN, E.L.KARAPETIAN

The results of photometry of galaxies with UV excess are presented. The galaxies are selected with excess measured with FWHM of the line and obtained. The masses of the galaxies are 10¹¹, 10¹² and 10¹³ solar masses.