

УДК: 524. 45: 520. 84

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК С УФ ИЗБЫТКОМ, В СПЕКТРАХ КОТОРЫХ НАБЛЮДАЮТСЯ ТОЛЬКО ЛИНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ

М.А.КАЗАРЯН

Поступила 21 июня 1995
Принята к печати 20 июля 1995

Приводятся результаты спектрального и морфологического исследования 13 галактик с УФ избытком, в спектрах которых наблюдаются только линии поглощения. Определены эквивалентные ширины и полуширины линий. Сделан вывод, что эти объекты по развитию находятся между галактиками с УФ избытком с эмиссионными линиями и нормальными галактиками.

1. *Введение.* В течение 7 лет (1978–1984) нами были получены и изучены спектры 112 галактик из списков "Новые галактики с УФ избытком" [1–5]. Анализ спектров этих галактик, приведенный в [6], показал, что около 81.2% из них являются эмиссионными объектами, в спектрах 11.6% галактик наблюдаются только линии поглощения, а в спектрах остальных галактик линии не наблюдаются.

Настоящая работа посвящена спектрофотометрическому и морфологическому исследованию тех 13 галактик, в спектрах которых наблюдаются только линии поглощения.

2. *Наблюдательный материал.* Спектры этих галактик были получены на 6-м телескопе САО РАН в сочетании с разными светоприемными аппаратами.

В табл.1, где приведены применяемые приборы, они обозначены следующими 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.
Приведены также порядковые номера галактик, имеющиеся в списках [1-5].

Таблица 1

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЙ
И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ

№ галактики	Дата наблюдения	Светопринимающая аппаратура	Экспозиция (в мин.)	Спектральная область (в Å)	Количество спектров
19	29.10.81	б	10	5650-7100	2
31	18.07.78	ОМА	40	5500-7700	1
"-	26.03.80	а	15	3700-5100	1
"-	"-	"-	15	4700-6100	1
40	2.10.84	в	12	4470-7500	2
78	15.05.83	б	10	5650-7100	2
136	27.03.80	а	40	5750-7150	1
166	29.05.82	б	5	5650-7100	2
175	30.10.81	"-	10	"-	2
"-	"-	"-	10	4320-5750	2
215	31.11.81	"-	10	5650-7100	2
"-	"-	"-	10	4320-5750	2
"-	29.05.82	"-	5	3350-4780	2
245	30.10.81	"-	15	5650-7100	2
"-	1.07.84	в	20	3550-6400	2
300	28.05.83	б	7	5960-7430	2
"-	16.06.83	"-	5	4320-5750	2
"-	"-	"-	7	3350-4780	2
"-	28.05.82	"-	7	5960-7430	2
"-	29.06.84	в	15	3550-6400	1
"-	"-	"-	4.5	"-	1
330	3.08.83	б	11	5680-7130	2
"-	5.08.83	"-	11	"-	2
531	29.05.82	"-	10	"-	2
"-	"-	"-	8	4320-5750	2
578	6.08.83	"-	11	5680-7100	2
"-	3.10.84	в	8	3550-6400	1

При получении спектров ширины щелей спектрографов была примерно $1''$. Дисперсия спектрографов СП160 и UAGS была примерно 65А/мм и 100А/мм соответственно. При получении спектров "а" и "в" были использованы пленки Кодак 103а-0.

Для галактики №31 был использован также спектр длинноволновой области, полученный на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории со спектрографом UAGS в сочетании с оптическим многоканальным анализатором (ОМА).

В табл.2 приведены данные об этих галактиках. Фотографические звездные величины, угловые размеры и спектрально-морфологические (СМ) характеристики были взяты из списков [1-5], кроме СМ характеристики и звездной величины галактики №300, о которой будем говорить ниже. В табл.2 приведены также красные смещения и абсолютные звездные величины. Эти величины, кроме галактик №31, 40 и 136, были взяты из работы [7], для галактики №31 — [8], №40 — [6], а для №136 эти данные приводятся впервые.

Таблица 2

ДАННЫЕ О ГАЛАКТИКАХ

№ галактики	m_{pg}	Угловые размеры	СМ характеристики	z	M_{pg}
19	14. ^m 5	30 × 50	s2	0.0167	-19. ^m 6
31	13.8	40 × 60	s3	0.0052	-17.8
40	15.3	20 × 35	s3	0.0337	-20.3
78	14.5	28	s3	0.0168	-19.6
136	15.5	12 × 35	sd3	0.0244	-19.4
166	15.2	20 × 30	s1	0.0277	-20.0
175	15.5	20 × 30	s2	0.0387	-20.4
215	15.0	8	s2	0.0372	-20.9
245	16.2	8 × 10	s3	0.0310	-19.3
300	14.0	20 × 95	s1	0.0224	-20.8
330	16.5	13	s1	0.0200	-18.0
531	15.2	10	s1	0.0372	-20.7
578	15.0	10 × 36	sd2	0.0244	-19.9

3. *Морфологические особенности.* В работах [1–5] приведены морфологические описания изученных галактик. Из них №40, 78, 166, 175 и 330 имеют сферический вид, причем кроме галактики №40, остальные окружены гало. Галактики №31 и 136 — эллиптические, №19 и 300 — спиральные, №578 — линзообразная, а №215 и 531 — компактные объекты.

Морфологические особенности 4 галактик — №19, 40, 215 и 300 были изучены на прямых снимках, полученных на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории (масштаб снимков примерно 20'' на 1мм), а остальные 9 галактик — на картах Паломарского атласа, масштаб которых более трех раз меньше масштаба снимков 2.6-м телескопа. Поэтому на изображениях галактик, на картах Паломарского атласа, плохо выявляются их ядра и отдельные детали. Например, на снимках выше отмеченных 4 галактик, полученных на 2.6-м телескопе, хорошо выявляются ядра и детали, у галактик №19 и 40 наблюдаются яркие компактные ядра с угловыми диаметрами примерно 4'', а вокруг компактной галактики №215, с диаметром 8'', обнаружено слабое гало.

Галактика №300 на карте Паломарского атласа имеет вид иррегулярной галактики, а на UVV снимках, полученных на 2.6-м телескопе, она имеет спиральную структуру [9].

Из табл.2 видно, что на обзорных пластинках спектры изученных нами галактик имеют морфологические характеристики типов "s" и "sd". Эти типы по критериям, принятым в работе [1], означают, что их обзорные спектры узкие с резкими границами. В [3] было показано, что те области, которые дают спектры таких типов, имеют угловые размеры меньше 10''.

СМ характеристики этих галактик принадлежат их ядрам или центральным ярким областям. Галактики №19, 31 и 40 имеют яркие ядра, галактики №215, 245 и 531 являются компактными объектами имеющие диаметры не более 10''. У галактик №78, 136, 175, 330 и 578 такие ядра или яркие центральные области не превосходящие 10'', были бы выявлены, если бы для них получились прямые снимки на 2.6-м телескопе.

В центральной части галактики №300 наблюдается звездообразный яркий объект. Для выяснения принадлежности к галактике было получено много спектров, охватывающих область λ 7430–3550А. При их получении щель спектрографа имела различные направления. При получении семи из этих спектров щель спектрографа проходила через центральный яркий объект. В этих спектрах наблюдаются только линии поглощения.

Изучение этих линий показало, что линии бальмеровской серии H_α , H_β и H_γ не смещены, а каждая из линий поглощения H и K CaII и NaI λ 5893 наблюдается как в смещенном, так и в несмещенном положении. Причем их

смещенные компоненты более слабы. Следует допустить, что несмещенные линии принадлежат яркому объекту и показывают, что этот объект является звездой, которая проектируется на центральную часть галактики. Наоборот, смещенные линии принадлежат галактике. При получении одного из этих спектров галактики щель спектрографа проходила через центральную часть галактики так, что в щель не попадал вышестоящий объект. Но щель имела такое направление, что в нее попадал другой компактный объект, который находится от центра галактики на расстоянии $54''$ и связан с галактикой слабой полосой. Специально для этого объекта получены также два скана спектра. Изучение спектров этого объекта показывает, что в них наблюдаются линии H и K CaII, NaI λ 5893 и другие линии поглощения, которые имеют такое же красное смещение, что и галактика, т.е. этот объект действительно связан с галактикой и составляет с ней пару.

UBV фотометрическое исследование галактики №300, выполненное в [9], показало, что звезда, которая проектируется на центральную часть галактики, имеет цветовые особенности ядер галактик типа Сейферта. По всей вероятности она является двойной звездой, один из компонентов которой является звездой раннего спектрального класса, типа O или B, а другой — звездой позднего спектрального класса, типа F. По таким цветовым характеристикам и по внешнему виду она была очень похожа на ядро, поэтому в [3] она была принята в качестве ядра галактики. После выяснения природы этого объекта стало ясно, что необходимо заново определить те параметры галактики №300, которые были приведены в табл.2.

В работе [9] было показано, что центральная область галактики №300 с диаметром $9''$ имеет голубой цвет, ее $U-B = -0^m.46$, $B-V = +0^m.42$, а интегральная звездная величина в цвете $B = 13^m.96$. Последняя величина была округлена и приведена в табл.2. Исходя из углового диаметра и цветов центральной части галактики определилась также ее CM характеристика, которая оказалась S1. Она также приведена в табл.2.

4. *Эквивалентные ширины и полуширины линий.* В табл.3 приведены эквивалентные ширины и полуширины линий всех галактик. Из табл.1 видно, что для красной области, куда попадает самая распространенная линия H_α , получились спектры всех галактик. Причем для 10 галактик получилось по два спектра, для галактики №300 — 4 спектра, а для галактики №31 и 136 — по одному спектру. В эту область попадают также дублеты натрия NaI $\lambda\lambda$ 5896, 5890, которые в условиях наших наблюдений сливаются и всегда появляются в виде одной линии с эффективной длиной волны λ 5893. Эта линия наблюдается в поглощении в

спектрах всех галактик, кроме галактики №245, а линия H_α наблюдается в поглощении только у трех галактик №31, 175 и 330. Эти результаты фактически говорят о том, что все изученные галактики не являются эмиссионными объектами.

Значения эквивалентных ширин и полуширин линий, приведенные в табл.3, являются средними значениями, получившимися из двух или более наблюдений. Отклонения отдельных значений эквивалентных ширин и полуширин линий от их средних значений, приведенные в табл.3, не превосходят 10–15%. В табл.3 приведенные полуширины исправлены на инструментальные полуширины линий. Из табл.1 видно, что условия получения спектров изученных галактик разные, поэтому значения инструментальных полуширин линий также будут разными. Значения этих величин были определены в наших предыдущих работах [10, 11], которые использовались в этой работе.

Таблица 3

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ W_λ (А) И ПОЛУШИРИНЫ
FW NM (км/с) ЛИНИЙ

№ галактики	H_α		NaI λ 5893		H_β		G полоса		H CaII		K CaII	
	W_λ	FWNM	W_λ	FWNM	W_λ	FWNM	W_λ	FWNM	W_λ	FWNM	W_λ	FWNM
19			7.0	600								
31	2.6	200	7.8	400	1.1	300						
40			1.6	50					5.3	510	6.0	360
78			6.0	950								
136			4.2	150								
166			5.7	730								
175	7.2	250	7.7	500	3.0	500						
215			21.5	1050			6.4	750	13.4	850	13.4	850
245									6.6	160	7.4	160
300			5.0	640					2.2	160	2.8	160
330	3.1	300	2.6	330								
531			2.7	420	1.0	250						
578			5.2	350					8.5	510	10.0	510

5. *Обсуждение результатов.* Как было отмечено выше, СМ характеристики изученных галактик относятся к их ядрам или целым галактикам (№215 и 531), которые имеют маленькие размеры и компактны, они также обладают особенностями ядер. Из табл.2 видно, что ядра восьми галактик имеют сильный УФ

избыток (баллы 1 и 2), а ядра остальных — умеренные или слабые (балл 3). Факт, что в ядрах, имеющих сильный УФ избыток, наблюдаются только линии поглощения, на наш взгляд очень интересный и выходит за рамки стандартного мышления, предполагающего, что в спектрах подавляющего большинства таких галактик должны наблюдаться эмиссионные линии. Эти галактики составляют примерно 7% общего числа галактик с УФ избытком.

В работе [9] были выполнены UVV фотометрические исследования относительно пяти галактик с УФ избытком из наших списков. Цветовые особенности их ядер, кроме ядра галактики №31, соответствуют баллам УФ избытка, которые были приписаны им нами. В числе этих галактик были также №19 и 300.

Теперь остановимся на некоторых важных особенностях галактик №19 и 31. Ядро первой из этих галактик имеет сильный УФ избыток, $U-B = -0.31$, $B-V = +0.36$ и подтверждает балл его избыточного излучения, а ядро второй галактики имеет красный цвет. $U-B = +1.09$, $B-V = 1.28$, что указывает на то, что ядро галактики №31 не обладает УФ избытком. Как цветовые, так и спектральные особенности галактики №31 показывают, что она является нормальной галактикой эллиптического типа. Поэтому целесообразно сравнить данные изученных галактик как с данными этой галактики, так и между собой.

Ядро галактики №19 является голубым объектом и в его звездном составе относительное количество звезд типов O и B такое, что основная часть излучения ядра в УФ области спектра обусловлена ими. Обычно при таком звездном составе, если бы в ядре или галактике имелось бы достаточное количество газовой составляющей, то в их спектрах наблюдались бы эмиссионные линии. Однако, как было отмечено выше, в спектре ядра галактики №19, охватывающем красную область, наблюдается только линия поглощения $\text{NaI } \lambda 5893$. В эту область попадает также линия H_{α} , которая даже при очень низковоозбужденной газовой составляющей появилась бы в эмиссии.

Исходя из этого соображения приходится допустить, что в ядре галактики №19 практически отсутствует газовая составляющая.

Таковыми же особенностями обладают ядра тех галактик, которые имеют сходные цветовые и спектральные признаки, например ядро галактики №300, а также другие объекты, изученные в настоящей работе.

Обычно при возникновении звезд в ядрах или какой-нибудь части галактик образуется и газовая составляющая, об этом свидетельствует большинство галактик с УФ избытком. В них идут бурные процессы возникновения звезд, а также параллельно им образуется и газовая составляющая, в которой возникают эмиссионные линии. В случае галактик, рассмотренных в этой работе, тоже

наблюдается достаточное количество молодых звезд, но в них не наблюдается газовая составляющая.

Возникает очень интересный вопрос о том, что если при возникновении звезд образовалась газовая составляющая в ядрах этих галактик, то каким образом она их покидала. Такой вопрос был рассмотрен в работе [12], где показано, что под действием давления излучения активного ядра газ может его покидать. Не исключается возможность того, что при возникновении звезд в ядрах этих галактик не образовалась газовая составляющая или ее относительное количество было так мало, что не выявляется наблюдениями.

По нашему мнению более подробное рассмотрение этих вопросов заслуживает серьезного внимания.

Из табл.3 видно, что эквивалентные ширины и полуширины линий меняются в довольно широком интервале. Обе величины самые большие у галактики №215, полуширина линии $\text{NaI } \lambda 5893$ равна 1050км/с, а полуширины линий H и K CaII — 850км/с. Линия $\text{NaI } \lambda 5893$ в спектре ядра галактики №78 также широкая, ее полуширина равна 950км/с.

На рис.1 приведены профили линий $\text{NaI } \lambda 5893$, H и K CaII для галактик №215 и 40. Из этого рисунка видно, что линии в спектре №215 намного шире, чем в спектре галактики №40.

Такими широкими линиями, какие наблюдаются у галактики №215 и 78, обладают сейфертовские галактики второго типа, только они у них эмиссионные и принадлежат водороду и другим ионам. Линии галактики №31, которая является нормальной эллиптической галактикой, также очень узкие по сравнению с линией галактики №215.

Как можно понимать появление широких линий поглощения в спектрах ядер галактик. В случае галактик типа Сейферта, широкие эмиссионные линии водорода и других ионов, наблюдавшиеся в их спектрах, по всей вероятности, можно объяснить излучением быстро движущихся газовых облаков в разные стороны. В каждом из этих облаков, кроме газа, по-видимому, имеется также звездное население, состоящее из звезд ранних спектральных классов, скажем O и B , так и из звезд поздних типов — F и G . Первая группа звезд обеспечивает свечение газовой составляющей облаков и его УФ избыток, а вторая — свечение его красной области спектра и образование линии поглощения $\text{NaI } \lambda 5893$, полосы G , H и K CaII и др. Целиком эти области дают спектр ядра галактики. После того как газ покинет ядро галактики, каким-нибудь образом или по механизму, приведенному в [12], в его спектре наблюдаются только линии поглощения, как у галактик №215 и 78.

Таким образом можно объяснить образования линии поглощения, наблюдавшихся в ядрах других галактик, изученные в настоящей работе, только скорости

движения облаков будут меньшими, такими, какие наблюдаются у этих объектов.

Дальнейшая эволюция этих объектов приближает их к нормальным галактикам, так как в них звезды ранних типов О и В сравнительно короткого промежутка времени, превратятся в звезды более поздних классов и их звездный состав становится таким, который будет обладать цветовыми особенностями нормальных галактик, т.е. они больше не будут иметь УФ избыток, как например у галактики №31.

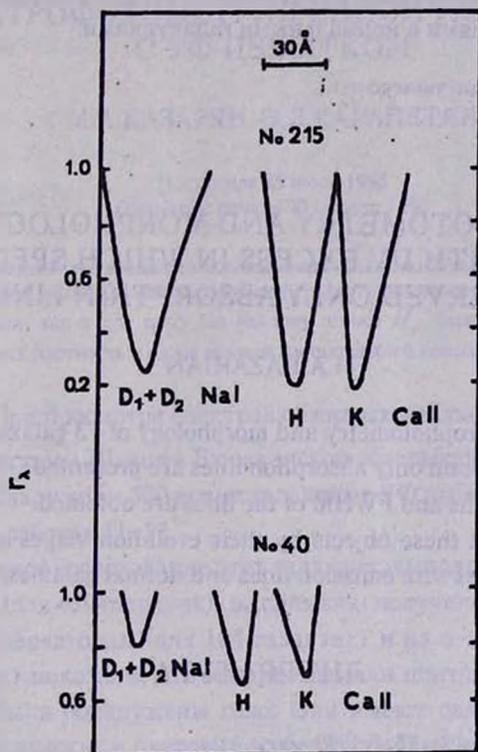


Рис.1. Контуры линий

С другой стороны линии поглощения NaI λ 5893, полоса G, H и K CaII в среднем будут сохранять свои структуры, поскольку в ядрах они образуются благодаря суммарным действиям звезд поздних типов, которые имеют долгую жизнь по сравнению с жизнью звезд типов О и В. Иначе говоря, линии поглоще-

ния, наблюдавшиеся в ядрах галактик, изученные в настоящей работе, приблизительно будут сохранять свои профили, узкие в основном останутся узкими, широкие — широкими.

В [13], где приводятся эквивалентные ширины линии поглощения, в том числе и выше отмеченные линии, наблюдавшиеся в спектрах многих нормальных галактик, встречаются такие галактики, у которых эквивалентные ширины большие (как у №215), и такие галактики, у которых эти величины маленькие (как у №40).

Вышеприведенные суждения позволяют сделать заключение, что изученные галактики находятся в эволюционной стадии между галактиками с УФ избытком с эмиссионными линиями и нормальными галактиками.

Ереванский государственный университет,
Армения

SPECTROPHOTOMETRY AND MORPHOLOGY OF THE GALAXIES WITH UV EXCESS IN WHICH SPECTRA ARE OBSERVED ONLY ABSORPTION LINES

M.A.KAZARIAN

The results of spectrophotometry and morphology of 13 galaxies with UV excess in spectra of which contain only absorption lines are presented.

The equivalent widths and FWHM of the lines are obtained.

It is concluded that these objects by their evolution stages are found between galaxies with UV excess with emission lines and normal galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Казарян, *Астрофизика*, 15, 5, 1979.
2. М.А.Казарян, *Астрофизика*, 15, 193, 1979.
3. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 16, 17, 1980.
4. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 18, 512, 1982.
5. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 19, 213, 1983.
6. М.А.Казарян, *Астрофизика*, 27, 399, 1987.
7. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 26, 5, 1987.
8. М.А.Казарян, В.С.Тамазян, *Письма в Астрон. ж.*, 8, 454, 1982.
9. В.С.Тамазян, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, 44, 80, 1983.
10. М.А.Казарян, Э.С.Казарян, *Астрофизика*, 33, 169, 1990.
11. М.А.Казарян, В.С.Тамазян, *Астрофизика*, 36, 363, 1993.
12. В.Г.Горбачкий, *Астрофизика*, 18, 234, 1982.
13. E.Blca, D.Alloin, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 70, 281, 1987.