

УДК: 524.45:520.2

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ГАЛАКТИК
МАРКАРЯН 367, 449 И 1119

А. Н. БУРЕНКОВ, А. Р. ПЕТРОСЯН, Э. Е. ХАЧИКЯН

Поступила 15 сентября 1986

Принята к печати 2 марта 1987

На основе спектров, полученных на 6-м телескопе САО АН СССР, проведено спектрофотометрическое исследование центральных областей галактик Марк 367, 449 и 1119. По относительным интенсивностям эмиссионных линий оценены значения T_e и n_e , содержание элементов О и N, массы и объемы ионизованного газа и число звезд типа O7. Марк 1119 напоминает голубые компактные галактики с мощной вспышкой звездообразования. Центральные области Марк 367 и 449 имеют характеристики ядер спиральных галактик со вспышкой звездообразования.

1. *Введение и наблюдательный материал.* В первичном фокусе 6-м телескопа САО АН СССР продолжают детальные спектральные исследования галактик с УФ-континуумом. В настоящей работе приведены результаты исследования галактик Марк 367, 449 и 1119.

Первые определения лучевых скоростей этих галактик приведены в работах [1—4]. Результаты широкополосной фотометрии этих галактик приведены в работах [5, 6]. Марк 449 наблюдается в линии 21 см НI. Общая масса нейтрального водорода в ней оценена: $0.27 \div 0.51 \cdot 10^9 M_{\odot}$ [7, 8]. Поток радиоизлучения от Марк 1119 на волне 7.6 см меньше 40 мЯн [9].

В табл. 1 приведены данные о наблюдательном материале исследованных объектов.

Масштаб на спектрах перпендикулярно дисперсии $\sim 17''/\text{мм}$. Изображения при наблюдениях были порядка $1''$ — $3''$. При всех наблюдениях щель спектрографа была направлена вдоль большой оси галактик. Регистрация спектров проводилась на микрофотометрах PDS — 1010A и ИФО—451 БАО АН Арм.ССР.

2. *Результаты.* По снимкам 2.6-м телескопа БАО АН Арм.ССР морфологическая структура исследуемых галактик различна. Марк 367—галактика с аморфной структурой. Марк 449, по всей вероятности, видимая с ребра спиральная галактика, на которую проектируется звезда фона.

Марк 1119 — сфероидальный объект высокой поверхностной яркости, окруженный продолговатой диффузной оболочкой.

Таблица 1
ДАННЫЕ О СПЕКТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ ГАЛАКТИК

Галактика	Дата наблюдения	Аппаратура	Экс (мин.)	Дисп. (А/мм)	Спектр. диапазон (А)
Марк 367	9.12.82	СП160+УМК91В	10	65	3600—5100
			12		4600—6100
			15		5700—7200
Марк 449	23.06.84	UAGS+УМК91В	15	100	3600—5900
			15		4800—7100
Марк 1119	13.08.83	СП160+УМК91В	30	65	3600—5100
			3		" "
			20		4600—6100
			2		" "
			30		5700—7200
	3	" "			

В спектрах всех трех галактик наблюдаются эмиссионные линии [S II], [N II], H α , [O III], H β , H γ и [O II]. Все отождествленные линии в спектрах Марк 367, 449 и 1119 фотометрированы. Погрешности в определении интенсивностей линий составляют в среднем 20% для $I(\lambda) \geq I(H\beta)$ и 30% для $I(\lambda) < I(H\beta)$.

Наблюдаемые и исправленные за поглощение, согласно [10], значения относительных интенсивностей эмиссионных линий этих галактик приведены в табл. 2.

Эквивалентные ширины эмиссионной линии H β в спектрах Марк 367, 449 и 1119 равны соответственно: 6.3, 3.5, 12.9 А.

Из-за отсутствия в спектрах указанных объектов авроральных линий, для определения электронных температур использованы эмпирические зависимости между T_e и отношениями $I([O III] + [O II]) / I(H\beta)$ и $I([O III]) / I([N II])$, приведенные в работах [11—13]. Усредненные по этим определениям и использованные при дальнейших расчетах значения T_e равны 7000, 6600, 10200 соответственно для Марк 367, 449 и 1119.

По этим значениям T_e и по отношениям $I([S II] \lambda 6717) / I([S II] \lambda 6731)$ оценены электронные плотности в указанных галактиках [14]. Для всех них они оказались одного порядка $\sim 50 \text{ см}^{-3}$.

На двумерной классификационной диаграмме [15] все три исследуемые галактики располагаются в области, в которой действует механизм фотоионизации горячими звездами O—В. Это дает возможность по выше-

Таблица 2

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ

	Марк 367		Марк 449		Марк 1119	
	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{набл.}}$	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{испр.}}$	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{набл.}}$	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{испр.}}$	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{набл.}}$	$\left(\frac{I_\lambda}{I_{H\beta}}\right)_{\text{испр.}}$
[S II] λ 6731	0.30	0.30	0.26	0.22	0.53	0.16
[S II] λ 6717	0.42	0.42	0.36	0.30	0.72	0.22
[N II] λ 6584	0.78	0.78	1.07	0.99	1.10	0.36
H α	2.80	2.80	3.05	2.80	8.55	2.83
[N II] λ 6548	0.24	0.24	0.48	0.44	0.37	0.12
[O III] λ 5007	1.65	1.65	1.19	1.18	2.07	1.84
[O III] λ 4959	0.50	0.50	0.40	0.39	0.85	0.78
H β	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H γ	—	—	—	—	0.24	0.40
[O II] λ 3727	1.14	1.14	1.18	1.31	1.85	6.78

приведенным значениям T_e и n_e и по относительным интенсивностям эмиссионных линий (см. табл. 2), при предположении, что в рассмотренных объектах T_e заметно не меняется, произвести расчет содержания кислорода и азота в них [16]. Логарифмы содержания O и N для Марк 367, 449 и 1119 приведены в табл. 3. Отметим, что количество атомов водорода принято равным 10^{12} .

Таблица 3

ЛОГАРИФМЫ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА
И АЗОТА

	lg O	lg N	N/O
Марк 367	8.66	7.90	0.174
Марк 449	8.77	7.94	0.148
Марк 1119	8.45	6.85	0.025
Внегалактические изолированные H II области	8.04	6.62	0.038
Ядра спиральных галактик	9.03	8.16	0.135
H II области	8.60	7.59	0.098
Солнце	8.92	7.99	0.117

Для сравнения в табл. 3 приведены содержания тех же элементов для внегалактических изолированных H II-областей [17], ядер спиральных галактик [13], галактических H II-областей [18, 19] и Солнца [20, 21].

Фотографические В-величины центральных областей исследуемых галактик (3.^m4 для Марк 367 и 1119, 6.^m8 для Марк 449) оценены 17.^m5, 15.^m7 и 16.^m8 соответственно для Марк 367, 449 и 1119.

При приведенных выше значениях эквивалентных ширины линии $H\beta$ этих объектов получены наблюдаемые абсолютные потоки в линии $H\beta$ и на основе их вычислены исправленные за поглощение абсолютные светимости в линии $H\beta$ ($H = 75$ км/с Мпк), эффективные объемы и массы излучающего газа, а также факторы скважности в них, количество лаймановских квантов, излучаемых ими [22], и по данным работы [23] количество звезд типа O7, способных излучать такое количество лаймановских квантов. Значения всех отмеченных физических характеристик Марк 367, 449 и 1119 собраны в табл. 4.

Таблица 4

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГАЛАКТИК

	Марк 367	Марк 449	Марк 1119
$F_{H\beta}$ (эрг см ⁻² с ⁻¹)	$1.9 \cdot 10^{-15}$	$5.5 \cdot 10^{-15}$	$7.4 \cdot 10^{-15}$
$L_{H\beta}$ (эрг с ⁻¹)	$5.0 \cdot 10^{39}$	$1.6 \cdot 10^{38}$	$4.1 \cdot 10^{40}$
$I_{H\beta}$ (эрг см ⁻³ с ⁻¹)	$4.3 \cdot 10^{-22}$	$4.5 \cdot 10^{-22}$	$3.1 \cdot 10^{-22}$
$V_{эфф}$ (см ³)	$1.2 \cdot 10^{61}$	$3.6 \cdot 10^{59}$	$1.3 \cdot 10^{61}$
M_{HII} (M_{\odot})	$5.0 \cdot 10^5$	$1.6 \cdot 10^4$	$5.6 \cdot 10^6$
α	$5.7 \cdot 10^{-5}$	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$4.2 \cdot 10^{-2}$
$N_{Ly\alpha}$ (квант с ⁻¹)	$9.9 \cdot 10^{51}$	$3.2 \cdot 10^{50}$	$8.2 \cdot 10^{52}$
N_{O7}	1020	30	8440

3. *Выводы.* Из исследуемых галактик по цвету самая голубая Марк 1119 [6]. В ней же, по нашим данным, оцененное число молодых звезд и масса ионизованного водорода наибольшие. По этим параметрам, а также по содержанию кислорода и азота данный объект напоминает голубые компактные галактики с мощной вспышкой звездообразования [24, 25].

По физическим параметрам (см. табл. 4) и по содержанию тяжелых элементов центральные области Марк 367 и 449 больше напоминают ядра спиральных галактик со вспышкой звездообразования (см., например, [26, 27]). Притом это ярче выражено в Марк 367, чем в Марк 449.

Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР

Бурджанская астрофизическая
обсерватория

SPECTROPHOTOMETRY OF MARKARIAN 367, 449 AND 1119

A. N. BURENKOV, A. R. PETROSSIAN, E. YE. KHACHIKIAN

The results of spectrophotometrical observations of Mark 367, 449 and 1119 carried out with the 6-m telescope of SAO AS USSR are presented. Using the intensity ratios of the emission lines T_e , n_e , the abundances of O, N, the masses and volumes of the emitting gas and the numbers of the O7 type stars are calculated. Mark 1119 is similar to the blue compact galaxies with powerful burst of star formation. The central regions of Mark 367 and 449 have characteristics of the star burst nucleus of spirals.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, *Астрофизика*, 8, 177, 1972.
2. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, *Астрофизика*, 9, 325, 1973.
3. Э. К. Денисюк, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 10, 315, 1974.
4. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, *Астрофизика*, 16, 5, 1980.
5. J. P. Nuchta, Ph. D. Thesis, Pasadena, 1977.
6. Э. А. Дибай, В. Т. Дорошенко, К. А. Постнов, *Письма в Астрон. ж.*, 7, 527, 1981.
7. L. Bottinelli, L. Gouguenheim, G. Paturel, *Astron. and Astrophys.*, 88, 32, 1980.
8. T. X. Thuan, G. E. Martin, *Astrophys. J.*, 247, 823, 1981.
9. В. А. Санамян, Р. А. Кандалян, Г. А. Оганян, *Астрофизика*, 19, 429, 1983.
10. J. S. Mathis, *Astrophys. J.*, 159, 263, 1970.
11. P. A. Shaver, R. X. McGee, L. M. Newton, A. C. Danks, S. R. Pottasch, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 204, 53, 1983.
12. B. E. J. Pagel, M. G. Edmunds, D. E. Blackwell, M. S. Chun, G. Smith, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 189, 95, 1979.
13. D. Alloin, S. Collin-Souffrin, M. Joly, L. Vigroux, *Astron. and Astrophys.*, 78, 200, 1979.
14. И. В. Носов, *Астрон. циркуляр*, № 1050, 1, 1979.
15. J. A. Baldwin, M. M. Phillips, S. Terlevich, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 93, 5, 1981.
16. M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, *Astrophys. J.*, 168, 413, 1971.
17. H. V. French, *Astrophys. J.*, 240, 41, 1980.
18. J. B. Kaler, *Astrophys. J.*, 244, 54, 1981.
19. S. A. Hawley, *Astrophys. J.*, 224, 417, 1978.
20. D. L. Lambert, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 182, 249, 1978.
21. D. L. Lambert, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 183, 79, 1978.
22. S. R. Pottasch, *Vistas Astron.*, 6, 149, 1965.
23. P. G. Mezger, L. F. Smith, E. Churchwell, *Astron. and Astrophys.*, 32, 269, 1974.
24. D. Kunt, W. L. W. Sargent, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 36, 259, 1979.
25. D. Kunt, M. Joubert, *Astron. and Astrophys.*, 142, 411, 1985.
26. M. G. Pastoriza, H. A. Dottori, *Astrophys. J.*, 244, 27, 1981.
27. А. Р. Петросян, М. Туратто, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 24, 5, 1986.

