

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

## АСТРОФИЗИКА

ТОМ 11

АВГУСТ, 1975

ВЫПУСК 3

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК ВЫСОКОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ. II

М. А. АРАКЕЛЯН, Э. А. ДИБАЙ, В. Ф. ЕСИПОВ

Поступила 30 марта 1975

Приведены результаты спектральных наблюдений 98 объектов из списка [2] галактик высокой поверхностной яркости. В спектрах 50 галактик обнаружены эмиссионные линии и измерены красные смещения. Объекты № 42, 73, 81 и 120 проявляют спектральные особенности ядер галактик Сейферта. Возможно, что менее яркое периферийное образование этих галактик имеет и объект № 80. В этом случае объекты № 81 и 81 составляют изолированную пару сейфертовских галактик с взаимным расстоянием около 30 *кпс*.

Подчеркивается избыток объектов высокой светимости среди тех галактик высокой поверхностной яркости, в спектрах которых имеются эмиссионные линии.

В [1] были изложены результаты спектральных наблюдений галактик высокой поверхностной яркости из списка [2], проведенных весной 1974 г. со 125 см рефлектором Крымской станции ГАИШ. В настоящей статье приведены результаты аналогичных наблюдений, произведенных осенью того же года.

В сентябре и октябре 1974 г. с аппаратурой, описанной в [1], были получены спектры 98 объектов списка [2] и в спектрах 50 из них наблюдались эмиссионные линии. Красные смещения и глагомерные оценки интенсивности эмиссионных линий этих 50 галактик приведены в табл. 1. Во втором столбце таблицы приведены видимые величины  $m_v$  по КATALOGУ галактик и скоплений галактик Цвикки и соавторов [3, 4], в третьем — красные смещения  $z$ , в четвертом — средние поверхностные яркости  $\bar{V}$ , в пятом — седьмом — интенсивности эмиссионных линий, причем «S», «M» и «W» обозначают соответственно сильную, умеренную и слабую эмиссию. Наконец, в восьмом столбце таблицы приведены абсолютные величины  $M_v$ , вычисленные при постоянной Хаббла  $75 \text{ км сек}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$  и с поправ-

кой за поглощение в Галактике, равной  $0.25 \cos \delta$ . Некоторые сведения о галактиках с эмиссионными линиями и их спектрах даны в примечаниях к таблице.

Таблица 1

№	$m_p$	$z$	$B$	Интенсивность эмиссионных линий			$M_p$
				[S II] $\lambda\lambda$ 6717/31	[N II] $\lambda\lambda$ 6548/83	$H_\alpha$	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	14.6	0.013	21.8	в	т	в	-19.3
11	15.0	0.015	21.9	—	—	в	-19.2
15	15.0	0.034	21.9	в	т	в	-21.1
16	15.4	0.005	21.8	в	в	в	-16.3
18	15.1	0.006	21.9	—	в	т	-17.1
19	14.1	0.017	22.0	в	т	в	-20.5
20	15.3	0.023	21.8	—	в	в	-20.0
23	15.0	0.018	21.8	—	в	в	-19.8
25	15.0	0.032	21.6	—	—	в	-21.0
26	14.3	0.015	21.2	—	—	в	-20.1
33	14.2	0.023	21.2	в	т	в	-20.9
36	14.3	0.063	21.7	—	—	в	-23.2
37	14.4	0.018	21.5	в	в	т	-20.4
41	13.4	0.020	20.8	в	т	в	-21.6
42	14.2	0.036	21.8	—	—	т	-22.1
44	15.4	0.056	21.9	—	в	в	-21.6
47	15.2	0.016	21.9	—	в	в	-19.1
50	14.7	0.003	21.6	—	—	в	-16.0
52	15.0	0.084	21.3	—	—	в	-23.0
54	15.5	0.046	22.0	—	в	т	-21.1
58	14.3	0.058	21.7	—	в	т	-23.2
60	15.3	0.019	21.6	—	в	т	-19.4
68	15.0	0.034	21.5	—	—	т	-21.1
69	14.9	0.027	21.9	—	—	в	-20.6
70	13.4	0.015	21.6	—	в	т	-21.0
71	14.4	0.017	21.9	—	—	т	-20.2
72	14.0	0.017	21.5	в	в	т	-20.7
77	13.2	0.016	21.6	—	т	в	-21.5
79	13.6	0.020	21.0	в	—	т	-21.6
80	15.2	0.035	21.9	в	т	в	-21.1
81	14.9	0.035	21.7	в	в	в	-21.4
83	15.3	0.013	22.0	в	в	в	-18.1
86	15.4	0.046	21.2	—	—	в	-21.5

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
87	14.6	0.017	21.6	—	ш	я	-20.1
88	13.5	0.015	22.0	—	ш	ш	-20.8
89	13.9	0.017	21.8	т	т	т	-20.9
99	15.2	0.003	21.3	—	—	ш	-15.6
100	15.7	0.022	22.0	—	ш	т	-19.4
101	14.2	0.001	21.5	—	—	ш	(-15.5)
108	14.8	0.067	21.3	—	ш	ш	-22.8
113	15.1	0.007	22.0	—	—	ш	-17.7
114	14.6	0.059	20.8	—	—	ш	-22.8
115	15.5	0.007	21.9	—	ш	ш	-17.3
116	14.7	0.015	21.6	—	—	ш	-19.8
117	15.5	0.046	21.9	—	—	ш	-21.4
118	15.4	0.010	21.4	—	—	ш	-18.3
119	15.4	0.028	21.1	—	—	ш	-20.5
120	14.6	0.033	21.3	—	—	я	-21.7
590	15.6	0.018	21.4	—	ш	ш	-19.0
591	15.5	0.024	21.8	ш	ш	т	-19.7

1. Линзовидная галактика [5] с сильной  $H\alpha$ , умеренной интенсивности дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабым дублетом [S II] 6717/31.

11. Компактный эллиптический голубой объект со слабой  $H\alpha$ .

15. Нейтрального цвета компактный эллиптический объект с сильной  $H\alpha$ , умеренной интенсивности дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабым дублетом [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31. Линии изогнуты.

16. Нейтрального цвета компактный эллиптический объект со слабыми  $H\alpha$ , [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.

18. Нейтрального цвета компактный эллиптический объект с умеренной интенсивности  $H\alpha$  и слабым дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.

19. Пекулярная голубая галактика с сильной  $H\alpha$ , умеренной интенсивности дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабым дублетом [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.

20. Нейтрального цвета очень компактный эллиптический объект со слабыми  $H\alpha$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.

23. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабыми  $H\alpha$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.

26. Компактный эллиптический красный объект со слабой  $H\alpha$ .

25. Линзовидная галактика со слабой  $H\alpha$ . Красное смещение по линиям поглощения было определено ранее М. А. Хьюмсом, Н. У. Мэйоллом и А. Р. Сандейшем [6].

33. Пекулярная галактика или несколько галактик. В спектре наблюдались сильная  $H\alpha$ , умеренной интенсивности [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабый дублет [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.

37. Пекулярная очень голубая галактика с умеренной интенсивности  $H\alpha$  и слабым дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.

41. Эллиптический голубой объект с сильной  $H_\alpha$ , умеренной интенсивности [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабым дублетом [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31. Линии наклонны.
42. Галактика типа Sa [5]. В красной части спектра наблюдалась лишь умеренной интенсивности  $H_\alpha$  шириной около 60 Å, что свидетельствует о принадлежности объекта к галактикам сейфертовского типа. Наблюдалась также в видимой области спектра, где присутствуют слабая узкая линия [O III]  $\lambda$  5007 и широкая  $H_\alpha$ .
44. Эллиптический объект с красной оболочкой. В спектре наблюдались слабые  $H_\alpha$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
47. Компактный, почти симметричный голубой объект со слабыми  $H_\alpha$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
50. Линзовидная галактика [5], по-видимому, голубая. В спектре наблюдалась лишь слабая  $H_\alpha$ .
52. Компактный эллиптический красный объект со слабой диффузной  $H_\alpha$ .
54. Нейтрального цвета эллиптический объект с умеренной интенсивности  $H_\alpha$  и слабым дублетом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
58. Линзовидная галактика [5] с ярким голубым ядром. В спектре содержится умеренной интенсивности  $H_\alpha$  и слабый дублет [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
60. Компактный объект с красной оболочкой. В спектре наблюдались умеренной интенсивности  $H_\alpha$  и слабый дублет [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
68. (V Zw 149). Компактный симметричный, очень голубой объект с  $H_\alpha$  умеренной интенсивности.
69. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабой  $H_\alpha$ .
70. Спиральная галактика с ярким голубым ядром. В спектре наблюдались умеренной интенсивности  $H_\alpha$  и слабый дублет [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
71. Голубая плоская система с  $H_\alpha$  умеренной интенсивности.
72. Компактный некуляриый голубой объект с умеренной интенсивности  $H_\alpha$  и слабыми [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.
77. Спиральная галактика [5] нейтрального цвета с сильной  $H_\alpha$  и умеренной интенсивности [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83. Линии наклонны.
79. Нейтрального цвета спиральная галактика [5]. В красной области спектра наблюдались умеренной интенсивности  $H_\alpha$  шириной  $\sim 60$  Å и слабые узкие линии дублета [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31. Таким образом, объект обладает спектральными особенностями ядер сейфертовских галактик. В видимой области наблюдались слабая узкая линия [O III]  $\lambda$  5007 и широкая  $H_\alpha$ .
80. Юго-западный компонент пары V Zw 233 [7]. Согласно [7] — нейтрального цвета спиральная галактика с перемычкой. В красной области спектра нами наблюдались сильная очень диффузная  $H_\alpha$ , умеренной интенсивности [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и слабый дублет [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31. Объект, возможно, обладает спектральными особенностями ядер сейфертовских галактик. В видимой области имеются слабая линия [O III]  $\lambda$  5007 и диффузная  $H_\alpha$ .
81. Северо-восточный компонент пары V Zw 233 [7], являющийся, согласно [7], нейтрального цвета эллиптической галактикой. Обладает особенностями ядер сейфертовских галактик. Спектр сходен со спектром предыдущего объекта, но ширина  $H_\alpha$  несколько больше ( $\sim 60$  Å), а дублет ионизованного азота в этой галактике слабее. Если объект № 80 действительно обладает спектральными особенностями ядер сейфертовских галактик, то мы имеем изолированную пару сейфертовских галактик на угловом расстоянии  $\sim 45''$  [7], чему соответствует линейное расстояние около 30 кпс.
83. Спиральная галактика с перемычкой [5]. В спектре содержатся исключительно сильные линии  $H_\alpha$ , [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31.

86. Нейтрального цвета почти звездобразный объект со слабой  $H_{\alpha}$ .
87. (V Zw 261). Компактный эллиптический голубой объект с сильной  $H_{\alpha}$  и слабым дубастом [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
88. Певулярная спираль [5] голубого цвета со слабыми наклонными  $H_{\alpha}$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548 83.
89. Галактика типа SBa с ярким голубым ядром. Спектр ранее наблюдался Р. Минковским (см [6]), однако о наличии линии  $\lambda$  3727 авторы [6] не сообщают. Мы наблюдали умеренной интенсивности (диффузную)  $H_{\alpha}$ , [N II]  $\lambda\lambda$  6548 83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717 31 с красным смещением, хорошо согласующимся со значением, приведенным в [6].
90. Компактный эллиптический красный объект со слабой диффузной  $H_{\alpha}$ .
100. Компактный сильно вытянутый голубой объект с умеренной интенсивности  $H_{\alpha}$  и слабым дубастом [N II]  $\lambda\lambda$  6548 83.
101. Эллиптическая галактика [5] со слабой  $H_{\alpha}$ .
108. Эллиптический голубой объект с оболочкой. В спектре наблюдались слабые  $H_{\alpha}$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548 83.
113. Нейтрального цвета плоская система со слабой  $H_{\alpha}$ .
114. Эллиптическая или линзовидная галактика [5] со слабой  $H_{\alpha}$ .
115. Симметричный объект с красной оболочкой. В спектре наблюдались слабые  $H_{\alpha}$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548 83. Линии наклонны.
116. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабой наклонной  $H_{\alpha}$ .
117. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабой диффузной  $H_{\alpha}$ .
118. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабой  $H_{\alpha}$ .
119. Нейтрального цвета эллиптический объект со слабой диффузной  $H_{\alpha}$ .
120. Нейтрального цвета почти симметричный объект с искривленной струей или слабым спиральным рукавом. В спектре имеется исключительно сильная  $H_{\alpha}$  с шириной не менее, чем 150 Å. Объект с ярко выраженными спектральными особенностями ядер галактик Сейферта.
590. Почти звездобразный красный объект со слабыми  $H_{\alpha}$  и [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83.
591. Почти звездобразный голубой объект с умеренной интенсивности  $H_{\alpha}$  и слабыми [N II]  $\lambda\lambda$  6548/83 и [S II]  $\lambda\lambda$  6717/31. Линии наклонны.

Кроме перечисленных галактик осенью 1974 года наблюдались также объекты №№ 2, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 17, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 38, 39, 43, 45, 48, 49, 51, 53, 55, 56, 61, 63, 67, 73, 74, 75, 76, 78, 82, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 102, 103, 105, 110, 111, 589, в спектрах которых эмиссионные линии обнаружены не были.

Обращает на себя внимание избыток объектов высокой светимости среди галактик высокой поверхностной яркости. Для количественной оценки различия в средних светимостях галактик высокой поверхностной яркости и нормальных галактик необходимо рассмотреть функции светимости тех и других. Однако избыток объектов высокой светимости можно проиллюстрировать с помощью диаграммы Хаббла. Эта диаграмма, построенная по данным [1] и настоящей статьи (без объекта № 359, имеющего отрицательную лучевую скорость), приведена на рис. 1, где прямая — стандартная зависимость между  $\lg cz$  и видимой величиной, построенная в [6]. Как видим, 60 процентов галактик высокой поверхностной яркости нахо-

дятся выше прямой, изображающей эту зависимость для нормальных галактик. Избыток объектов высокой светимости среди галактик высокой поверхностной яркости станет особенно наглядным, если сравнить рис. 1 с рис. 10 из [6]. Как видно из последнего, лишь для пяти процентов из 474 галактик поля, исследованных в [6], выполняется условие  $\lg cz \geq 0.2 m_p^0 + 1.15$ , т. е.  $M_p^0 \leq -21.5$ . Между тем, указанным неравенствам удовлетво-

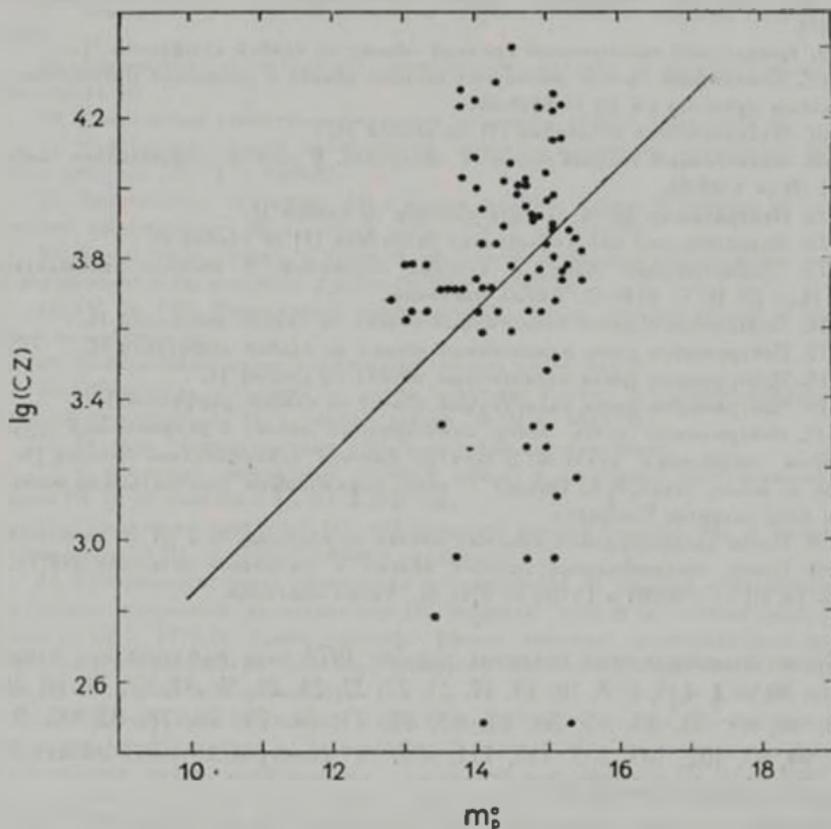


Рис. 1. Диаграмма Хаббла для галактик высокой поверхностной яркости, в спектрах которых обнаружены эмиссионные линии. По оси абсцисс отложена величина  $m_p^0 = m_p - 0.25 (\operatorname{cosec} |\delta^H| - 1) - K$ , где  $K$ -поправка вычислена согласно [6]. Прямая — зависимость между  $\lg cz$  и  $m_p^0$ , построенная по всем галактикам, исследованным в [6].

ряет почти пятая часть объектов рис. 1. На аналогичное обстоятельство для компактных галактик Цвикки было обращено внимание Н. Кароззи, П. Шамаро и Р. Дюфло [8], отметившими, что компактные галактики ни

диаграмме Хаббла расположены между квазизвездными объектами и нормальными галактиками.

Разница между средними светимостями галактик высокой поверхностной яркости и нормальных галактик могла бы быть приписана различию в шкалах видимых величин в [6] и Каталоге галактик и скоплений галактик [3, 4]. Однако на самом деле звездные величины в Каталоге галактик и скоплений галактик в среднем, во всяком случае, не меньше, чем в [6].

Наконец, следует отметить, что указанное выше различие в средних светимостях установлено пока лишь для галактик с эмиссионными линиями. Для того, чтобы выяснить, в какой мере это распространяется на галактики без эмиссионных линий, необходимы спектральные наблюдения с разрешением, лучшим, чем использованное нами.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Государственный астрономический  
институт им. П. К. Штернберга

## THE SPECTRAL OBSERVATIONS OF GALAXIES OF HIGH SURFACE BRIGHTNESS. II

M. A. ARAKELIAN, E. A. DIBAY, V. F. YESIPOV

The results of spectral observations of 98 objects from the list [2] of galaxies of high surface brightness are presented. The emission lines are detected and the redshifts are measured in the spectra of 50 galaxies. The objects No. 42, 79, 81 and 120 reveal the spectral properties of nuclei of Seyfert galaxies. The object No. 80 has possibly less prominent Seyfert-type features as well. If so, the objects No. 80 and 81 form isolated pair of Seyfert-type objects with mutual distance about 30 *kpc*.

The abundance of objects of high luminosity between the galaxies of high surface brightness having emission lines is emphasized.

### ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов. *Астрофизика*, 11, 15, 1975.
2. М. А. Аракелян. *Сообщ. Бюраканской обс.*, 47, 3, 1975.
3. F. Zwicky, M. Karvovics, C. T. Kowal. *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, vol. V, 1965.
4. F. Zwicky, C. T. Kowal. *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, vol. VI, 1968.

5. *P. Nilson*, Uppsala General Catalogue of Galaxies, Uppsala, 1973.
6. *M. L. Humason, N. U. Mayall, A. R. Sandage*, A. J., 61, 97, 1956.
7. *F. Zwicky*, Catalogue of Selected Compact Galaxies and Post-Eruptive Galaxies, 1971.
8. *N. Carozzi, P. Chamaraux, R. Duflot*, Astron. Astrophys., 33, 113, 1974.