

СПЕКТРЫ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА. I

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

Поступила 3 декабря 1969

Проведено спектральное исследование тридцати трех галактик с сильным ультрафиолетовым континуумом, с помощью спектрографа с электронно-оптическим преобразователем в комбинации с 125-см рефлектором Крымской станции ГАИШ. В спектрах двадцати двух объектов обнаружены эмиссионные линии. Для двадцати объектов определены красные смещения, фотографические абсолютные величины и эквивалентные ширины наблюдаемых эмиссионных линий. Объекты №№ 79, 106, 124, 141, 205, а также, вероятно, №№ 99 и 105 имеют в спектре широкие водородные и узкие небулярные линии, характерные для ядер галактик Сейферта.

В 1963 г. Б. Е. Маркарян обратил внимание на существование галактик, в спектрах которых присутствует сильный ультрафиолетовый континуум, не соответствующий их морфологическому типу [1]. В дальнейшем им был предпринят обзор неба на метровом телескопе Шмидта с объективной призмой [2—4]. К настоящему времени Б. Е. Маркаряном обнаружено свыше 300 объектов этого типа. Д. В. Видман и Э. Е. Хачикян [5, 6] опубликовали результаты спектрального исследования 35 галактик Маркаряна, произведенного на ряде обсерваторий США (Паломар, Китт-Пик, Лик и МакДональд). Большинство из них имеет эмиссионный спектр. В спектрах объектов №№ 9, 10 обнаружены широкие эмиссионные линии водорода и узкие запрещенные линии [O III] и [O II] [7], что дает основание отнести их к известному типу галактик Сейферта [8]. В [9] отмечается, что к сейфертовскому типу принадлежат также объекты №№ 34 и 42. Как показал У. Л. У. Сарджент [10], к типу галактик Сейферта относится и объект Маркаряна 40 (VV 144). Кроме того, галактика Маркаряна 64 оказалась в числе исследованных А. Брачези, Р. Линдсом и А. Сандейджем [11] и была отнесена ими к квазизвездным объектам (B 340).

Наблюдения галактик с сильным ультрафиолетовым континуумом в спектре из новых списков [3, 4], любезно предоставленных Б. Е. Маркаряном до их опубликования, проводились в сентябре и октябре 1969 года с помощью А-спектрографа с электронно-оптическим преобразователем в касегреновском фокусе 125-см рефлектора Крымской станции ГАИШ. Приемником изображения служил контактный электронно-оптический преобразователь с мультищелочным фотокатодом. Преобразователь электростатический, работает с ускоряющим напряжением 13 киловольт. Фотографирование спектров с экрана осуществлялось на подсвеченной фотоэмульсии Kodak 103 аD. Получались, как правило, нерасширенные спектры с дисперсией 230 \AA/мм^* , в спектральном интервале 4000—5800 \AA с экспозициями от 10 до 30 минут (рис. 1 и 2). Проявление велось в проявителе Д-19, негативы обрабатывались на микрофотометре непосредственно в интенсивностях. Образцы регистрограмм приведены на рис. 3 и 4. Спектральное разрешение использованной аппаратуры $\sim 10 \text{ \AA}$. Измерение длин волн велось на приборах МИР—12 и ИЗА—3. В качестве спектра [сравнения использовался неон. Описанная аппаратура употреблялась ранее для измерений красных смещений радиогалактик и квазизвездных источников [12].

Всего были получены спектры 33 галактик Маркаряна. Для большинства галактик получено по одной спектрограмме. Обнаруженные эмиссионные линии позволяют определить величину красного смещения для 20 объектов.

Объекты Маркаряна с эмиссионными линиями. Мы перечислим кратко основные особенности спектра каждой галактики и в конце дадим общую таблицу.

Маркарян 71. Это известная яркая галактика NGC 2366, кометовидной несимметричной формы, с „головой“ в виде ярких пятен. Получен спектр яркого сгущения на южном конце, содержащий мощные эмиссии. Эмиссионные линии передержаны, и определение интенсивностей не представляется возможным. Близкая галактика с небольшим отрицательным красным смещением.

Маркарян 73. Спектр содержит четкие эмиссии N_1 , N_2 и H_β с эквивалентными ширинами, равными соответственно 10, 3 и 15 \AA . Согласно Маркаряну [3], в спектре имеется также яркая линия H_α .

Маркарян 79. (8—14—33 по МКГ [13]). Б. Е. Маркарян [3] отмечает, что это — пересеченная спираль с ярким звездообразным

* Маркарян 79 и 205 были сняты с дисперсией 270 \AA/мм .

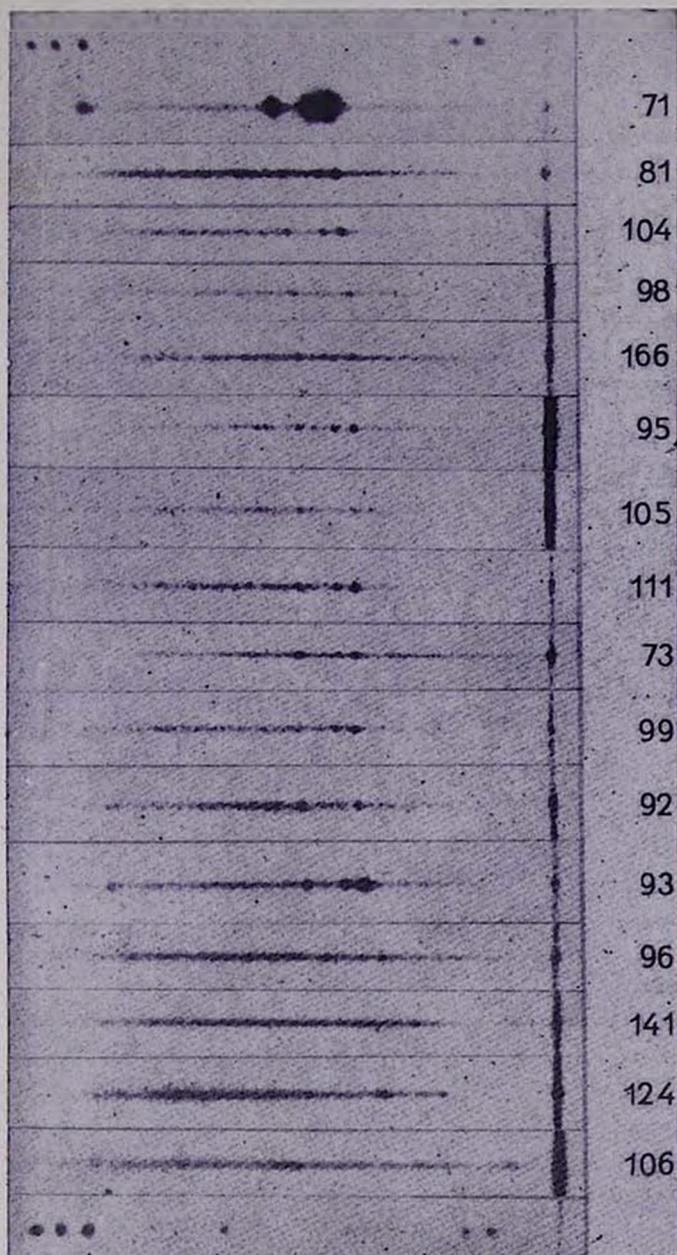


Рис. 1. Спектры галактик Маркаряна с эмиссионными линиями.

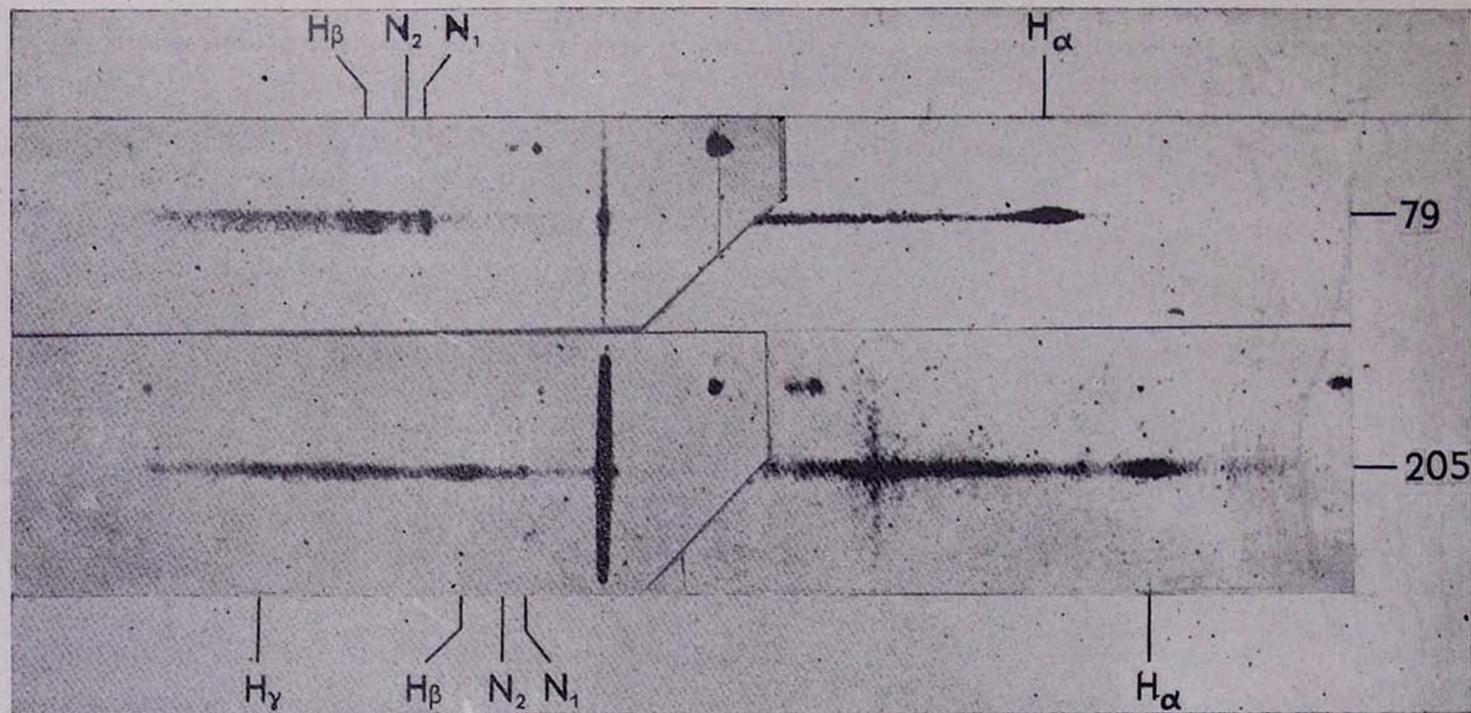


Рис. 2. Спектры галактик Маргаряна с эмиссионными линиями.

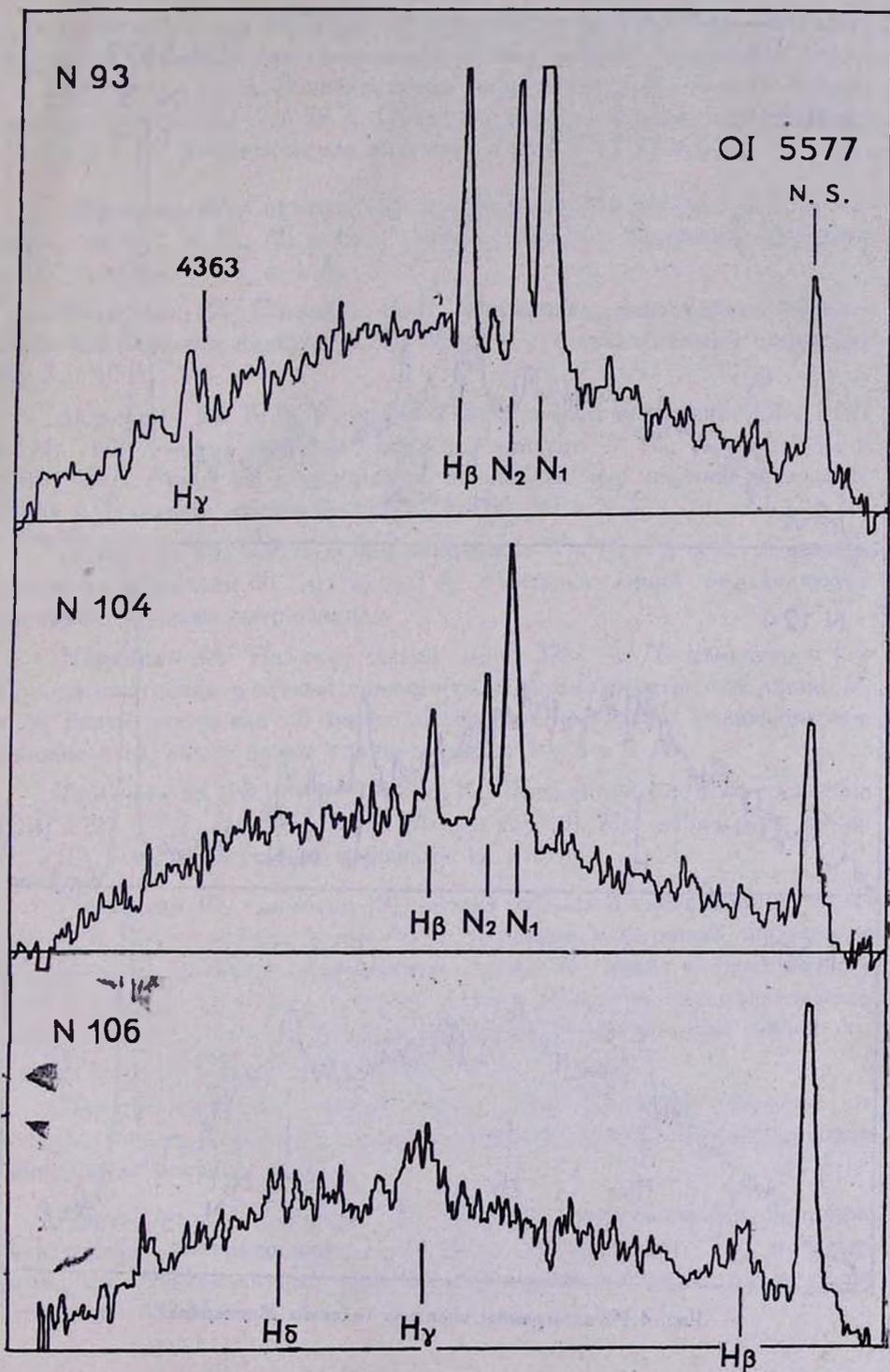


Рис. 3. Регистрограммы спектров галактик Маркаряна.

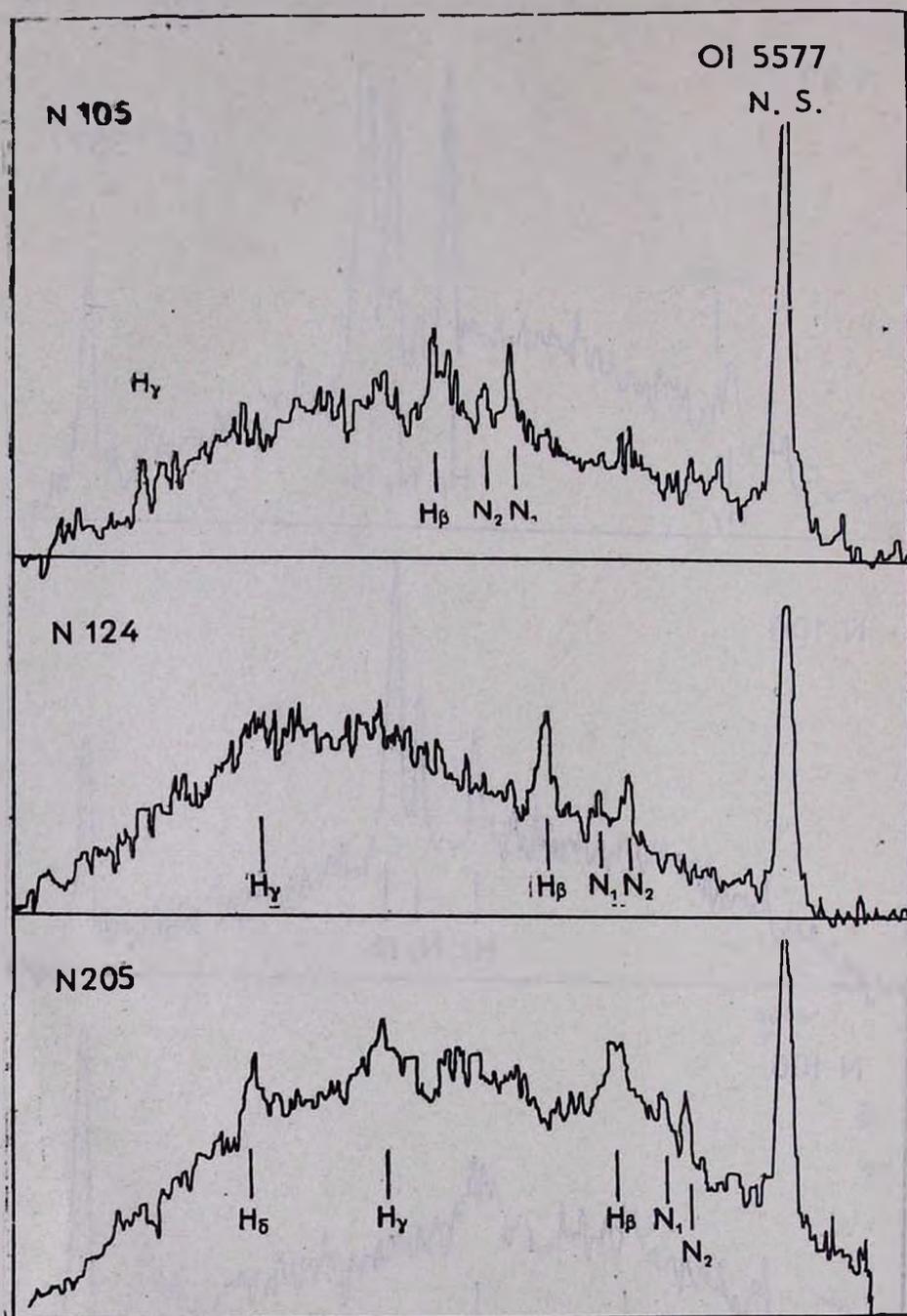


Рис. 4 Регистрограммы спектров галактик Маркаряна.

ядром, имеющим эмиссионный спектр сейфертовского типа. Действительно, по щелевым спектрограммам полная ширина водородной линии H_3 достигает $\sim 150 \text{ \AA}$. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 и H_3 равны, соответственно, 35, 13 и 70 \AA . Отметим, что для передержанной линии N_1 принято ее теоретическое значение: $I(N_1) = 2.7 I(N_2)$.

Маркарян 89. Согласно [3], это эмиссионный объект. Мы наблюдали эмиссию в N_1 , N_2 и H_3 с эквивалентными ширинами, равными соответственно 20, 7 и 4 \AA .

Маркарян 92. Согласно Б. Е. Маркаряну, эмиссионный объект. Нами наблюдалась эмиссия в N_1 , N_2 и H_3 с эквивалентными ширинами 10, 3 и 10 \AA .

Маркарян 93. Б. Е. Маркарян отмечает наличие линий [OII] 3727 и H_2 . На наших спектрах заметна эмиссия в N_1 , N_2 , H_3 , H_7 и [OIII] 4363. Линия N_1 передержана. Эквивалентные ширины остальных линий составляют, соответственно, 30, 30, 20 и 3 \AA .

Маркарян 95. Наблюдалась эмиссия в N_1 , N_2 , H_3 и H_7 с эквивалентными ширинами 30, 10, 10, и 3 \AA . Профили линий определяются инструментальным разрешением.

Маркарян 96. Наличие линий [OII] 3727 и H_2 отмечено в [3]. При рассмотрении щелевых спектрограмм можно видеть, что линии N_1 и N_2 резки, тогда как H_3 имеет диффузный характер. Эквивалентные ширины этих линий равны соответственно 10, 4 и 7 \AA .

Маркарян 98. (№ 12—9—23 по МГК). Эмиссионный объект с линиями [OII] 3727 и H_2 , согласно Б. Е. Маркаряну [3]. Мы наблюдали линии N_1 и H_3 с эквивалентными ширинами 12 и 6 \AA .

Маркарян 99. Согласно [3], объект обладает эмиссионным спектром. По нашим данным линии N_1 и N_2 резкие, с шириной, определяемой инструментальным разрешением. Линия H_3 имеет полную ширину $\sim 50 \text{ \AA}$ и, по-видимому, несимметрична. Вероятна принадлежность объекта к типу галактик Сейферта. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 , H_3 и H_7 равны соответственно 20, 7, 7, и 3 \AA .

Маркарян 100. В спектре этого сфероидального объекта со звездодобным ядром наблюдается широкая, пока неотожествленная эмиссионная деталь.

Маркарян 104. Согласно [3], объект с эмиссионными линиями. На щелевых спектрограммах линии N_1 и N_2 наклонны, H_3 , по-видимому, нет. Эквивалентные ширины перечисленных линий равны соответственно 45, 15, и 15 \AA .

Маркарян 105. Возможный объект сейфертовского типа с узкими линиями N_1 и N_2 и широкой, по-видимому, несимметричной линией $H_\beta \sim 50 \text{ \AA}$. Эквивалентные ширины указанных линий равны соответственно 10, 3 и 25 \AA . Видна также линия H_γ с эквивалентной шириной около 15 \AA .

Маркарян 106. Б. Е. Маркарян отмечает, что по общему виду спектра этот объект подобен квазизвездным объектам и ядрам сейфертовских галактик. Щелевые спектрограммы показывают водородные линии H_β , H_γ , H_δ с полной шириной, достигающей 100 \AA . Эквивалентные ширины этих линий составляют соответственно 90, 30, и 15 \AA . Линии N_1 и N_2 в случае их наличия должны блендироваться с линией ночного неба O I 5577. Отметим, что на длинноволновом крыле линии O I заметна несимметричная деталь, точно соответствующая положению смещенной линии N_1 . Этот объект имеет наибольшее красное смещение ($z=0.122$) среди всех измеренных нами. Его абсолютная фотографическая величина (при $m = 16$ [3] и $H = 75 \text{ км сек}^{-1} \text{ Мпс}^{-1}$) достигает значения -22.8 . Маркарян 106 по виду спектра напоминает известный квазизвездный объект Тонантцинтла 256.

Маркарян 111 (МКГ 12—9—49). Объект с эмиссионными линиями, согласно [3]. Мы наблюдали эмиссионные линии N_1 , N_2 , H_β и H_γ с эквивалентными ширинами 20, 10, 7.5 и 5 \AA , соответственно.

Маркарян 124. Б. Е. Маркарян отмечает, что с большой вероятностью это — квазизвездный объект. Действительно, он имеет спектр сейфертовского типа с широкими водородными и узкими небулярными линиями. Полная ширина линий H_β и H_γ около 60 \AA . Небулярные линии N_1 и N_2 , по-видимому, также имеют широкие перекрывающиеся крылья. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 , H_β и H_γ равны соответственно 20, 7,35 и 6 \AA .

Маркарян 141. Согласно Б. Е. Маркаряну, объект имеет эмиссионные линии и сильный непрерывный спектр. Щелевые спектрограммы также показывают слабые эмиссии на фоне сильного непрерывного спектра. Объект сейфертовского типа с широкими водородными и узкими небулярными линиями. Ширина линии H_β достигает 75 \AA . Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 и H_β составляют 7, 3 и 10 \AA .

Маркарян 159. Объект со слабыми эмиссионными линиями на фоне сильного непрерывного спектра. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 и H_β равны 4, 1.5, и 2 \AA . Наличие эмиссии в линиях отмечено в [3].

Маркарян 166. Наблюдаются эмиссионные линии умеренной интенсивности. Возможно, что линии N_1 и N_2 являются двойными; изображение линии H_3 имеет диффузный характер. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 и H_3 равны соответственно 6, 2 и 6 Å. Существование эмиссионных линий отмечено в [3].

Маркарян 195 (МКГ 11—15—12). Наличие эмиссионных линий отмечено Б. Е. Маркаряном. Линии N_1 и N_2 резкие, H_3 , по-видимому, более диффузная. Эквивалентные ширины N_1 , N_2 и H_3 составляют 7, 3 и 10 Å.

Маркарян 197. Мы наблюдали слабые эмиссионные линии с эквивалентными ширинами 7 и 3 Å. Существование эмиссионных линий и интенсивного непрерывного спектра отмечено в [3].

Маркарян 205. Согласно [4], по виду спектра это квазизвездный объект. Мы наблюдали узкие запрещенные линии и широкие линии водорода. Ширина линии H_3 достигает 150 Å. Эквивалентные ширины линий N_1 , N_2 , H_3 , H_7 и H_8 равны 15, 5, 50, 30 и 20 Å. Красное смещение равно 0.070, что приближается к значениям, соответствующим квазизвездным объектам.

Значения красных смещений всех перечисленных объектов, исправленные за движение Солнца в Галактике, приведены в нижеследующей таблице. Таблица содержит обозначения галактики по Маркаряну и другим источникам, оценки видимой фотографической величины, согласно [3, 4], абсолютные фотографические величины, вычисленные с учетом галактического поглощения при $H = 75 \text{ км сек}^{-1} \text{ Мпс}^{-1}$, эквивалентную ширину H_3 , а также характеристику спектра по [3, 4].

Галактики без эмиссионных линий. Как видно из предыдущего, наша аппаратура в состоянии регистрировать наличие эмиссионных линий с эквивалентной шириной не меньше, чем 2 Å. Следующие галактики не содержат в своих спектрах эмиссионных линий ярче указанного предела в спектральном интервале 4000—5800 Å: Маркарян 77, 81, 85, 87, 101, 113, 132, 133, 180, 194.

Заключение. Результаты проведенного спектрального исследования показывают, что в 22 из 33 изученных галактик Маркаряна обнаружены эмиссионные линии.

Как видим, относительное количество галактик с эмиссионными линиями у нас оказывается несколько меньшим, чем в [5, 6]. По-види-

мому, это обусловлено тем, что значительная часть данных, приведенных в [5, 6], основана на результатах, полученных с большим разрешением, чем наше. Пять галактик, № № 79, 106, 124, 141, 205, можно уверенно отнести к объектам сейфертовского типа с широкими эмиссионными линиями водорода в спектре; две галактики, № № 99, 105, по-видимому, также принадлежат к сейфертовскому типу, но ширина водородных линий не так велика, как у предыдущих пяти. Краткое сообщение об этих семи объектах публикуется в [14].

Таблица 1

№ №		m_{pg}	z	M_{pg}	$W_{H\beta}$	S_p
71	NGC 2366	14	—	—	—	d1e
73	—	15	0.014	-19.1	15	sd3e
79	МКГ 8—14—33	13.5	0.022	-21.8	70	s1e
89	—	15	0.005	-16.9	4	sd2e
92	—	15	0.013	-19.1	10	s1e
93	—	16.5	0.016	-17.9	30	sd1e
95	—	15.5	0.012	-18.3	10	d2
96	—	15.5	0.022	-19.6	7	sd1e
98	МКГ 12—9—23	15	0.011	-18.6	6	d1e
99	—	16.5	0.012	-17.5	7	d3e
100	—	14.5	—	—	—	s2e
104	—	15	0.007	-16.8	15	s1e
105	—	16	0.011	-17.8	25	s2
106	—	16	0.122	-22.8	90	s1
111	МКГ 12—9—49	14	0.012	-19.8	7.5	s2e
124	—	16	0.055	-21.0	35	s1e
141	МКГ 11—13—18	14.5	0.039	-21.9	10	s2e
159	—	14.5	0.027	-21.1	2	s1
166	—	15.5	0.012	-18.0	6	s1e
195	МКГ 11—15—12	14.5	0.003	-17.3	10	s1e
197	—	14.5	—	—	—	s2e
205	—	14.5	0.070	-23.1	50	s1e

Авторы благодарны Б. Е. Маркарян за предоставление данных о галактиках с ультрафиолетовым континуумом до их публикации, а также за постоянный интерес и внимание к работе.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

Государственный астрономический
институт им. П. К. Штернберга

THE SPECTRA OF MARKARIAN GALAXIES. I.

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

The spectral investigation of thirty three galaxies with strong ultraviolet continuum is carried out with an image tube spectrograph on the 125 cm reflector of the Sternberg Institute Crimean Station. Emission lines are found in the spectra of twenty-two objects. The redshifts, photographic absolute magnitudes and equivalent widths of emission lines are determined for twenty objects. The objects №№ 79, 106, 124, 141, 205 and probably №№ 99, 105 have broad hydrogen lines and narrow nebular ones, which is typical for the nuclei of Seyfert galaxies.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюр. обс., 34, 3, 1963.
2. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967.
3. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 443, 1969.
4. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 581, 1969.
5. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 4, 587, 1968.
6. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 5, 113, 1969.
7. Н. С. Агр, Е. Ye. Khachikian, C. R. Lynds, D. W. Weedman, *Ap. J.*, 152, L103, 1968.
8. S. K. Seyfert, *Ap. J.*, 97, 28, 1943.
9. Э. Е. Хачикян, Д. В. Видман, *Астрон. цирк.*, № 506, 1969.
10. W. L. W. Sargent, *A. J.*, 73, 893, 1968.
11. A. Braccetti, C. R. Lynds, A. R. Sandage, *Ap. J.*, 152, L 105, 1968.
12. Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, *Астрон. ж.*, 45, 705, 1968.
13. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, В. П. Архипова, *Морфологический каталог галактик, I и II, М.*, 1962 и 1964.
14. M. A. Arakelian, E. A. Dibay, V. F. Yesipov, *Ap. Letters.*, in press.