

СПЕКТРЫ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА. III

М. А. АРАКЕЛЯН, Э. А. ДИБАЙ, В. Ф. ЕСИПОВ, Б. Е. МАРКАРЯН

Поступила 25 февраля 1971

Сообщаются результаты спектральных наблюдений пятидесяти объектов из третьего списка [4] галактик с ультрафиолетовым континуумом. Эмиссионные линии обнаружены в спектрах тридцати восьми из них. Спектры объектов №№ 231, 268, 270, 273, 279 и 290 содержат широкие эмиссионные линии, характерные для ядер сейфертовских галактик. Сейфертовские характеристики, хотя и менее ярко, проявляются также в спектрах объектов №№ 291 и 298.

В статьях [1, 2] приведены результаты выполненных осенью 1969 года и весной 1970 года на Крымской станции ГАИШ спектральных наблюдений примерно восьмидесяти объектов из второго списка [3] галактик с ультрафиолетовым континуумом. Осенью 1969 года нами наблюдался также звездообразный объект № 205 из третьего списка [4]. Было показано, что он обладает очень резко выраженными свойствами ядер сейфертовских галактик. В апреле—июне 1970 года вместе с наблюдениями объектов второго списка, о которых сообщалось в [2], были произведены также наблюдения пятидесяти объектов третьего списка. Результаты этих наблюдений изложены в настоящем сообщении.

Как и ранее, большинство наблюдений было произведено в спектральной области 4000—5800 Å, и лишь часть объектов наблюдалась также в красной области спектра. Число объектов, наблюдавшихся только в красной области, очень невелико. Напомним, что дисперсия использованного А-спектрографа с электронно-оптическим преобразователем — 230 Å/мм, спектральное разрешение — 10—15 Å.

Результаты спектральных наблюдений объектов с отождествленными линиями представлены в нижеследующей таблице.

Таблица 1

№№	$m_{\mu\kappa}$	z	Эквивалентная ширина эмиссионных линий $W_{\lambda}, \text{\AA}$					Спектр. тип
			[N II] λ 6584	H γ	[O III] λ 5007	[O III] λ 4959	H β	
201	13	0.008			17	7	10	ds2e
203	15.5	0.025	5	15			8	sd3e
206	15.5	0.003			45	18	20	s1e
207	13.5	0.008			3		3	ds2e
209	15.5	0.000				70	60	d1e
210	14.5	0.026	5	15				sd2
213	13	0.010			15	5	6	sd2e
215	14.5	0.019	10	16	8		3	s1e
223	15	0.004	15	20	8	3	15	s1e
225	16.5	0.020			30	13	17	sd2e
226	17.5	0.027			2		6	s2
231	14	0.041		170				s1
235	15	0.023	5	16				ds3e
245	16	0.020			6	2	7	s1
247	15	0.032			6	2	7	s1e
256	13	0.010		60				d1e
257	14.5	0.016	5	15				sd2
260	17	0.035			6	2	15	s2e
261	15.5	0.031	25	65	9	3	10	ds2e
263	16.5	0.005				14	10	sd1e
266	14 и 15	0.028			60	25	20	d3+d3
267	15	0.012	3	7	4			s1e
268	15	0.041		60	15	5		sd3e
270	14.5	0.009			35	15	4	ds3e
271a	14	0.026		20	7	3		d3e
271b	15	0.025		25	2		7	d3e
273	14.5	0.038		230	50	20	20	d1e
278	15	0.036		20				ds1e
279	15	0.032		350	40	15	40	s1e
281	13	0.007	10	20				sd2e
282	16	0.021	15	35	25	9	12	sd1e
286	14.5	0.026		60	8	3	8	sd2
290	15	0.029		200	25	9	50	s1e
291	15	0.035		60				sd1e
294	15	0.008		10				d3
296	15.5	0.016		25				s1e
297	14	0.016			50	20	20	s1e
298	15	0.034		65	25	10	15	ds2e
300	15.5	0.040		(35)				s2e

Ниже приводятся морфологические характеристики и краткое описание спектров перечисленных в таблице объектов.

Маркарян 201. Пекулярная галактика типа SB0 с эмиссионными линиями умеренной интенсивности. Наблюдалась лишь в синей области спектра. Кроме отмеченных в таблице линий в спектре имеется H_γ с эквивалентной шириной 3 Å.

Маркарян 203. Спираль с малоразвитыми рукавами и ярким расщепленным ядром. Сильный непрерывный спектр со слабыми эмиссионными линиями.

Маркарян 206. Сферическая галактика со слабой и малоразвитой короной. Наблюдалась лишь в фотографической области спектра, где присутствуют очень сильные и резкие эмиссионные линии. Возможно присутствие линии $He II$ λ 4686.

Маркарян 207. Пекулярная галактика со слабыми эмиссионными линиями. Присутствие линии $He II$ λ 4686 свидетельствует о высоком возбуждении.

Маркарян 209. Сфероидальный объект с веерообразным выбросом. Наблюдался лишь в синей области спектра, где имеются чрезвычайно интенсивные эмиссионные линии. В пределах точности наших наблюдений красное смещение равно нулю. Даже полагая $z = 0.002$ и применяя закон Хаббла при $H = 75 \text{ км сек}^{-1} \text{ Мпс}^{-1}$, получим для абсолютной величины этого объекта $M \approx -14$. Таким образом, подобно Маркарян 116 [2], этот объект является редкой разновидностью галактик с ультрафиолетовым континуумом, имеющих крайне низкую светимость и чрезвычайно интенсивные эмиссионные линии.

Маркарян 210. Спираль с перемычкой и довольно конденсированным ядром. Эмиссионные линии слабы. Кроме линий, отмеченных в таблице, в спектре, по-видимому, присутствует также дублет $[S II]$ λ 6717/31.

Маркарян 213. Спираль с перемычкой и очень ярким и довольно конденсированным ядром. Эмиссионные линии умеренной интенсивности.

Маркарян 215. Сфероидальный объект с небольшой слабой короной. Кроме линий, отмеченных в таблице, в спектре присутствует дублет $[S II]$ λ 6717/31 с эквивалентной шириной около 15 Å.

Маркарян 223. Сфероидальный компактный объект со слабой короной. В спектре этого объекта, помимо отмеченных в таблице линий, имеется также дублет $[S II] \lambda 6717/31$ с эквивалентной шириной около $10 \text{ \AA}$.

Маркарян 225. Эллипсоидальный объект с эмиссионным спектром умеренной интенсивности. Наблюдался лишь в фотографической области спектра.

Маркарян 226. Крайне компактный, почти звездообразный объект со слабыми линиями. Наблюдался лишь в фотографической области спектра.

Маркарян 231. Сфероидальный объект с огибающим его выбросом. Обладает наиболее необычным спектром среди всех наблюдавшихся нами галактик с ультрафиолетовым континуумом. В видимой области спектра выделяются три широких максимума интенсивности с интервалами $250\text{--}300 \text{ \AA}$. В красной области имеются широкая эмиссионная деталь, являющаяся, по-видимому, блендой дублета $[N II] \lambda 6548/84$ и H_α , и линия поглощения с длиной волны $6050 \text{ \AA}$. По ширине бленды — $150 \text{ \AA}$ на уровне непрерывного спектра — объект смело может быть отнесен к объектам сейфертовского типа. Линия поглощения, по-видимому, имеет эмиссионную компоненту на длинноволновом крыле. Приведенное в таблице значение красного смещения получено по линии H_α . При этом значении красного смещения центр одного из максимумов в синей области совпадает с положением линии H_β , а другой может быть отождествлен с группой эмиссионных линий ионизованного железа, наблюдаемой в спектре квазизвездного радиисточника ЗС 273. Линию поглощения при принятом значении красного смещения не удастся отождествить ни с одной из абсорбционных линий, которые могли бы наблюдаться в этой области спектра. Представляется разумным предположение, что это — дублет $Na I \lambda 5892/96$, что ведет к значению $z_{abs} = 0.024$, сильно отличающемуся от $z_{cm} = 0.041$. Аналогичная ситуация имеет место в случае отождествления наблюдаемой линии поглощения с $He I \lambda 5876$. Таким образом, мы, по-видимому, имеем здесь дело со случаем $z_{abs} < z_{cm}$, нередко встречающимся у квазизвездных радиисточников и оптических квазизвездных объектов. Отметим, что и по абсолютной величине ($M = -22$) этот объект примыкает к квазизвездным.

Маркарян 235. Сфероидальный объект с небольшой эллиптичностью. Наблюдался лишь в красной области спектра.

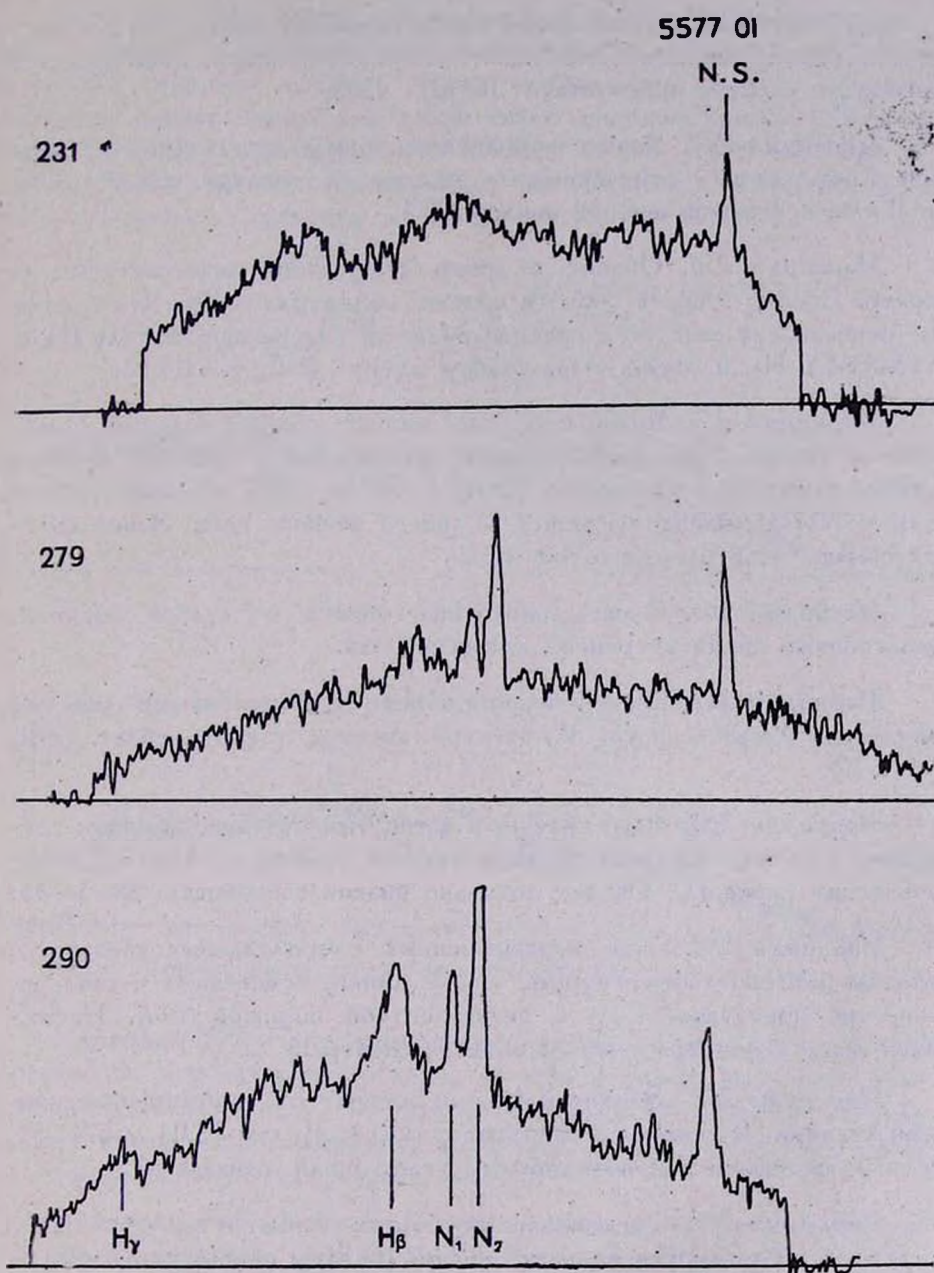


Рис. 1. Регистрограммы спектров трех объектов сейфертовского типа в фотографической области.

Маркарян 245. Компактный сфероидальный объект со слабыми эмиссионными линиями. Возможно, что кроме линий, отмеченных в таблице, в спектре присутствует [O III] λ 4363.

Маркарян 247. Крайне компактный, почти звездообразный объект. Кроме линий, отмеченных в таблице, в спектре присутствует He II λ 4686 с эквивалентной шириной 4 Å.

Маркарян 256. Объект с ярким сгущением, ответственным за спектр. Спектр в синей области сильно недодержан. Красное смещение основано на спектре в красной области, содержащем бленду [N II] λ 6548/84 и H _{α} , а также очень слабый дублет [S II] λ 6717/31.

Маркарян 257. Яркое ядро, окруженное слабым кольцом. Эмиссионные линии очень слабы. Кроме отмеченных в таблице линий в спектре имеются очень слабые [O III] λ 5007 и λ 4959, а также дублет [S II] λ 6717/31, blendирующийся с линией ночного неба. Эквивалентная ширина этой бленды около 20 Å.

Маркарян 260. Очень компактный объект со слабой короной. Эмиссионные линии умеренной интенсивности.

Маркарян 261. Сфероидальный объект с эмиссионными линиями умеренной интенсивности. В спектре имеется также дублет [S II] λ 6717/31.

Маркарян 263. Незначительно вытянутый объект с резкими границами и довольно сильным эмиссионным спектром. Нами наблюдалась также линия H _{γ} . Объект довольно низкой светимости: $M = -15$.

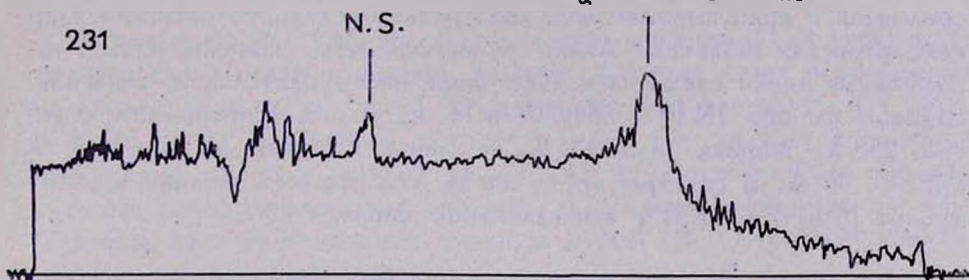
Маркарян 266. Пара неразрешенных сфероидальных галактик с сильным эмиссионным спектром. Кроме линий, отмеченных в таблице, в спектре присутствует H _{γ} с эквивалентной шириной 10 Å. Наблюдался лишь в фотографической области спектра.

Маркарян 267. Эллипсоидальный объект со слабыми эмиссионными линиями. В спектре содержится также дублет [S II] λ 6717/31. Фотографировался под позиционным углом щели, равным 80°.

Маркарян 268. Сфероидальный объект с вытянутой оболочкой. В спектре наблюдаются сильные линии [O III] и слабые, но широкие линии водорода от H _{α} до H _{δ} . Ширина бленды дублета [N II] λ 6548,84 и H _{α} на уровне непрерывного спектра составляет 80 Å. Объект может быть отнесен к сейфертовскому типу. При этом, подобно NGC 1068, запрещенные линии также имеют заметную ширину.

Маркарян 270. Яркий сфероидальный объект, окруженный коронной. Спектры, полученные при ориентации щели вдоль малой оси ($p=120^\circ$), содержат яркие и узкие запрещенные линии, в то время как более слабые водородные линии имеют широкие крылья. Ширины H_2 и H_3 на уровне непрерывного спектра равны соответственно 80 и 60 Å. Таким образом, объект может быть отнесен к сейфертовскому типу. В спектре содержится также дублет [S II] λ 6717/31.

6300 [O I]

 $H_\alpha + 6548/84$ [N II]

273

6717/31 [S II]

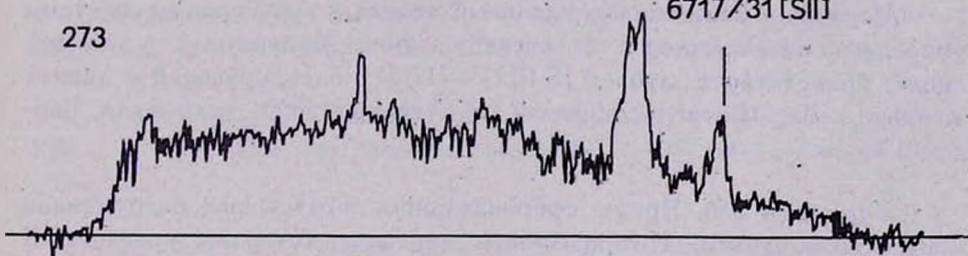


Рис. 2. Регистрограммы спектров двух объектов сейфертовского типа в красной области.

Маркарян 271. Пара, компоненты которой связаны дугообразной перемычкой. Как видно из таблицы, в спектрах обеих компонент присутствуют те же линии, но относительные интенсивности, а также красные смещения, по-видимому, несколько отличны. Фотографировалась при позиционном угле щели, равном 75° .

Маркарян 273. Объект с длинным, почти прямолинейным выбросом, оканчивающимся бело-голубым сгущением. Обладает очень интенсивным эмиссионным спектром с характеристиками ядер сейфертовских галактик. Ширина бленды дублета [N II] λ 6548/84 и H_2 на уровне непрерывного спектра — около 100 Å, ширина H_3 — 60 Å. Кроме отмеченных в таблице линий в спектре присутствуют H_2 и H_3 с акси-

валентными ширинами соответственно 12 и 8 Å, линии $\text{He II } \lambda 4686$ с эквивалентной шириной 25 Å, $[\text{O I}] \lambda 6300$ и дублет $[\text{S II}] \lambda \lambda 6717/31$ с эквивалентными ширинами 10 и 60 Å.

Маркарян 278. Спиральная галактика раннего подтипа с перемычкой. Наблюдалась лишь в красной области спектра, где присутствует бленда $[\text{N II}] \lambda \lambda 6548/84$ и H_α .

Маркарян 279. Несколько вытянутый сфероидальный объект с оболочкой и ярко выраженными спектральными характеристиками ядер сейфертовских галактик. Линии водорода очень широки, однако запрещенные линии также несколько шире инструментального значения. Ширины бленды $[\text{N II}] \lambda \lambda 6548/84$ и H_α на уровне непрерывного спектра 250 Å, ширина H_β — 135 Å, а ширина линий $[\text{O III}] \lambda 5007$ и $\lambda 4959$ — 40 Å. В спектре, кроме линий, отмеченных в таблице, имеется дублет $[\text{S II}] \lambda \lambda 6717/31$ с эквивалентной шириной 25 Å.

Маркарян 281. Пекулярная спираль с перемычкой и ярким ядром, состоящим из горячих пятен. В фотографической области спектра линии очень слабы, в красной имеются дублет $[\text{N II}] \lambda \lambda 6548/84$ и H_α .

Маркарян 282. Эллипсоидальный объект с эмиссионным спектром умеренной интенсивности. В спектре, кроме отмеченных в таблице линий, присутствует дублет $[\text{S II}] \lambda \lambda 6717/31$, блендирующий с линией ночного неба. Фотографировался при позиционном угле щели, равном 120° .

Маркарян 286. Яркое сфероидальное образование, погруженное в слабую оболочку. Интенсивность эмиссионных линий невелика. В спектре имеется дублет $[\text{S II}] \lambda \lambda 6717/31$.

Маркарян 290. Звездоподобный объект со спектром, типичным для ядер сейфертовских галактик. Водородные линии мощны и широки, запрещенные — узки. Бленда $[\text{N II}] \lambda \lambda 6548/84$ и H_α имеет на уровне непрерывного спектра ширину, равную 200 Å, H_β — 150 Å, H_γ — около 100 Å. Эквивалентная ширина H_γ около 25 Å. В спектре имеется также дублет $[\text{S II}] \lambda \lambda 6717/31$. Скорее всего этот объект должен быть отнесен к квазизвездным.

Маркарян 291. Компактный, несколько вытянутый объект. Одновременно с нами он наблюдался М. Ульрих [5] и был отнесен к объектам, имеющим узкие и слабые эмиссионные линии. Наши спектры получены при ориентации щели вдоль малой оси объекта ($p = 135^\circ$).

При этом в красной области наблюдается бленда дублета [N II] λ 6548/84 и H_α с очень узкими ядрами, но довольно широкими крыльями. Ширина бленды на уровне непрерывного спектра — 60 Å. Это дает нам основание рассматривать этот объект как наделенный слабо выраженными свойствами ядер сейфертовских галактик. В видимой области спектра наблюдается единственная очень слабая линия. Судя по красному смещению, полученному по линиям красной области, — это [O III] λ 5007. Возможно, что в красной области имеется также слабый дублет [S II] λ 6717/31.

Маркарян 294. Объект, по-видимому, состоящий из нескольких образований. Спектр в красной области представляется разделенным по высоте щели на две части. В одной — сильный континуум без эмиссионных линий, во второй континуум слаб, но видна единственная эмиссионная линия с длиной волны 6615 Å. Приведенное в таблице значение красного смещения получено в предположении, что это H_α . Отметим, что линия довольно узкая, и дублет [N II] λ 6548/84 проследить не удастся. Существование двух частей с различными характеристиками обусловлено, по-видимому, излучением двух образований, являющихся компонентами объекта.

Маркарян 296. Вытянутое по кругу склонения образование с заметным хвостом, направленным к северу. Эмиссионный спектр слаб.

Маркарян 297. Тесная группа нескольких компактных образований с интенсивным эмиссионным спектром. Наблюдалась лишь в синей области.

Маркарян 298. Сфероидальный объект с большим прямолинейным выбросом, оканчивающимся голубыми сгущениями. Обладает спектральными особенностями ядер сейфертовских галактик. Спектры, полученные при ориентации щели вдоль малой оси объекта ($p = 165^\circ$), показывают, что водородные линии шире запрещенных. Линии [N II] λ 6548/84 слабы. При этом полная ширина бленды этого дублета и H_α равна 80 Å, а ширина H_β — 55 Å. Кроме отмеченных в таблице линий в спектре присутствует также дублет [S II] λ 6717/31.

Маркарян 300. Объект со звездоподобным ядром. Эмиссионный спектр слаб. Единственная линия, наблюдаемая при использованном спектральном разрешении, — это бленда дублета [N II] λ 6548/84 и H_α . Приведенное в таблице значение эквивалентной ширины, по-видимому, завышено, так как имеет место блендирование с линией ночного неба,

В спектрах объектов №№ 208, 217, 220, 221, 228, 239, 249, 252, 276, 284, 287 и 295 эмиссионные линии не наблюдались или уверенно не отождествлены. Отметим, что эти объекты наблюдались лишь в синей области спектра и очень вероятно, что наблюдения в красной области выявили бы эмиссионные линии, поскольку, как отмечалось в [2], наблюдения в красной области практически во всех случаях обнаруживают эмиссионные линии в спектрах галактик с ультрафиолетовым континуумом.

К настоящему времени нами произведены спектральные наблюдения примерно 130 объектов из второго и третьего списков галактик с ультрафиолетовым континуумом. В 18-ти из них более или менее отчетливо проявляются спектральные особенности ядер сейфертовских галактик. Это объекты №№ 78, 79, 105, 106, 110, 124, 141, 142, 198, 205, 231, 268, 270, 273, 279, 290, 291 и 298. Присутствие ранее обнаруженных в [1] характеристик сейфертовского типа у объектов №№ 79, 141 и 205 было отмечено также Д. В. Видманом [6] и М. Ульрих [5]. С другой стороны, объекты № 78 и 198 наблюдались У. А. У. Сарджентом [7] и не были приписаны к имеющим сейфертовские характеристики. Однако, судя по нашим спектрам, линии водорода в этих объектах, подобно объекту № 291, имеют крылья, превосходящие по ширине инструментальный контур.

Как известно, десять объектов с сейфертовскими характеристиками было обнаружено среди семидесяти галактик с ультрафиолетовым континуумом из первого списка объектов этого типа [8]. Таким образом, число подобных объектов, обнаруженных к настоящему времени в списках [3, 4, 8], близко к тридцати. Примечательно, что число классических сейфертовских галактик, т. е. спиралей с яркими ядрами, среди этих объектов крайне мало. Подавляющее их большинство является конденсированными сфероидальными объектами, в большинстве случаев окруженными слабосветящимися оболочками. Из всех сравнительно близких метагалактических образований эти объекты с точки зрения их спектра и цвета [9, 10] являются наиболее тесно примыкающими к квазизвездным объектам. Морфологические же различия между этими двумя типами объектов выражаются лишь в степени их конденсированности, которая, по крайней мере частично, обусловлена различием расстояний. Действительно большая часть конденсированных сфероидальных объектов, будучи на несколько большем расстоянии, была бы неотличима от квазизвездных объектов и с точки зрения морфологии.

Пространственная плотность конденсированных сфероидальных объектов близка к 10^{-3} Мпс^{-3} , причем примерно одна десятая часть

этих объектов содержит в своих спектрах широкие линии. Пространственная же плотность квазизвездных объектов оценивается в 10^{-5} Мпс^{-3} . Однако не все эти объекты в действительности обладают спектральными особенностями квазизвездных радиоисточников, в частности, широкими линиями. Отношение числа объектов с широкими линиями к полному числу квазизвездных объектов также близко к одной десятой.

Таким образом, имеются все основания рассматривать конденсированные сферондальные объекты как более широкий класс, включающий в себя квазизвездные объекты. При этом мы должны полагать, что примерно одна сотая этого более широкого класса обладает теми светимостями, которые обычно приписываются квазизвездным объектам.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга

THE SPECTRA OF MARKARIAN GALAXIES. III.

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

The results of spectral observations of fifty objects from the third list [4] of galaxies with ultraviolet continuum are presented. Emission lines are detected in the spectra of thirty eight objects. The spectra of objects №№ 231, 268, 270, 273, 279 and 290 contain wide emission lines, which are typical for the nuclei of Seyfert galaxies. Less prominent Seyfert-type features exist in the spectra of the objects №№ 291 and 298 as well.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, *Астрофизика*, 6, 39, 1970.
2. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 6, 357, 1970.
3. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 443, 1969.
4. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 5, 581, 1969.
5. M.-H. J. Ulrich, *Ap. J.*, 163, 441, 1971.
6. D. W. Weedman, *Ap. J.*, 161, L113, 1970.
7. W. L. W. Sargent, *Ap. J.* (in press).
8. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967.
9. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 5, 113, 1969.
10. Э. А. Дибай, *Астрофизика*, 6, 350, 1970.

