

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 12

НОЯБРЬ, 1967

ВЫПУСК 4

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА. II

Э. К. ДЕНИСЮК, В. А. ЛИПОВЕЦКИЙ, В. Л. АФАНАСЬЕВ

Поступила 27 мая 1976

Приводятся результаты спектральных наблюдений 75 галактик Маркаряна из IV—VII списков. У 64 галактик обнаружены эмиссионные линии, измерены лучевые скорости и сделаны оценки относительных интенсивностей линий. У 10 галактик в красной части спектра линии отсутствуют. Один объект, Маркарян 396, имеет водородные линии поглощения (белый карлик). Объекты Маркаряна 595, 609, 622, 668, 699 и 700 обладают свойствами сейфертовских галактик. Уширенные линии наблюдаются или можно заподозрить у объектов Маркаряна 414, 584, 612, 617, 646 и 670, 684 и 693. Маркарян 586 является вероятным QSO. Исследован вопрос о нашей точности определения лучевых скоростей. Показано, что реальная погрешность составляет 60—70 км/сек.

Наблюдения. В январе—феврале 1974 г. в Астрофизическом институте АН Каз.ССР продолжались наблюдения ряда галактик Маркаряна, начатые ранее [1]. В основном наблюдались объекты из VII списка [5], кроме того, в программу наблюдений были включены некоторые галактики из IV—VI списков [21] с целью обнаружения слабых линий, подтверждения присутствия уширенных контуров и поиска линий поглощения в синей части спектра. Все наблюдения выполнены на 70-см телескопе АЗТ-8 с дифракционным спектрографом, оснащенный ЭОП УМ-92, в большинстве случаев в спектральном диапазоне $\lambda\lambda$ 5900—7700 Å, с фотографической регистрацией на пленке А-600. Спектральное разрешение составляло 5—8 Å при оригинальной дисперсии 90—160 Å/мм. Для нескольких объектов спектры снимались в диапазоне $\lambda\lambda$ 3800—5700 Å, спектральное разрешение 15—20 Å.

Всего в течение 18 ночей наблюдений (ясных или частично ясных) получено 210 спектрограмм для 94 объектов.

Результаты. Результаты наблюдений приведены в табл. 1, все обозначения остались без изменений [1]: 1—порядковый номер; 2—номер галактики в списках; 3—тип галактики; 4—фотографическая величина

на: 5—наблюдаемая лучевая скорость; 6—красное смещение, исправленное за движение Солнца; 7—абсолютная фотографическая величина, исправленная за поглощение света в Галактике ($H=75$ км/Мпс·сек); 8—размер галактики в кпс; 9—12—визуальные оценки логарифмов относительных интенсивностей эмиссионных линий; 13—контраст линии H α по отношению к непрерывному спектру.

Дополнительные сведения, касающиеся подробного описания спектров, усложняющие наблюдения, и имеющиеся в литературе данные по этим объектам приведены в примечаниях к таблице.

Отметим, что в нашей первой публикации [1] поправки в красном смещении за движение Солнца были ошибочно вычислены в новой системе галактических координат. Здесь мы приводим для всех и в том числе повторно наблюдававшихся объектов исправленные значения, вычисленные в системе каталога галактик Вокулеров [3].

Разница в поправках может достигать величины 0.0005.

Точность определения лучевых скоростей. Обычно мы приводим в результатах наблюдаемые лучевые скорости, округленные до 5 км/сек, а исправленные красные смещения до 0.0001. Как показывают исследования, реальная точность наших измерений составляет ± 30 км/сек для уверенно наблюдаемых 4—5 линий, в среднем 50—60 км/сек и может быть менее 100—150 км/сек при одиночных, слабых, уширенных линиях. В случае широких линий и блендирования полосами гидроксила ошибки могут быть еще больше. Несмотря на то, что для предварительного ознакомления со спектром объекта и вычисления абсолютных величин обычно достаточно точности 0.001, считаем целесообразным все же стремиться к получению максимальной точности определения лучевой скорости, не усложняя методики наблюдений. Практика показывает, что у большинства эмиссионных объектов собственная ширина контура линии менее 4—5 Å, поэтому точность 30—50 км/сек реальна. С другой стороны, часто возникает вопрос: является ли данная галактика членом какой-либо системы? Для этого также необходимы более точные измерения.

В табл. 2 приводятся данные о лучевых скоростях (исправленные за движение Солнца) галактик Маркаряна, имеющиеся в литературе (с точностью выше 300 км/сек), и независимые определения, выполненные в Алма-Ате с данной аппаратурой. Двоеточием отмечены значения с ошибкой определения 100 км/сек, звездочкой—радиоданные на длине волны 21 см. Разницы свыше 500 км/сек считаем ошибочным и в таблице не приводим.

Как видно из данных табл. 2 и рис. 1, в наших измерениях отсутствуют систематические ошибки и в основном разности не превышают ± 100 км/сек. Считая оба определения равноточными, получаем реальную точность определения лучевой скорости 60—70 км/сек. Это в принципе

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

№	Объект	Спектр. тип	m _{ре}	+V _r (набл.)	z (испр.)	M _{ре}	Размеры	Относительные интенсивности линий				
								H _α	[N II] 6584A	[S II] 6716A	[S II] 6730A	H _α /порт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1*	403	d2e	15 ^m 4	7250	0.0238	-19 ^m 8	6.5 × 5.5	1.0	0.9	0.4	< 0.1	0.4
2*	405	d3	14.7	12785	.0424	-21.7	18 × 16	1.0	(0.6):	0.6	0.3:	(0.4)
3*	405	ds2e	(15.5)	5160	.0170	(-19.0)	4.9 × 4.0	1.0	0.8	(0.5)	(0.5)	0.5
4*	414	d1e:	15.5	11430	.0380	-20.7	13 × 8.9	1.0	(0.8):			0.5
5*	423	ds3e:	14.9	9600	.0320	-20.9	12.4	1.0	0.5	(0.5):	(0.5):	0.5
6	434	ds2e:	15.5	9830	.0328	-20.0	12 × 7.7	1.0	0.9		(0.7):	0.3
7	435	d2e	15.0	6661	.0221	-20.0	5.1 × 3.9	1.0	0.7		(0.1):	0.6
8*	445	ds3e:	13.0	4600	.0160	-21.4	19 × 9.3	1.0	0.4			0.6
9*	568	d3	15.3	(5640)	(.0192):	-19.4	5.8 × 3.7					0.2:
10*	584	d3	15.3	23680	.0731:	-22.5	17					0.3:
11*	586	s2	(16)	45895	(.1565):	(-23.3)	< 10					> (0.7)
12*	595	ds3e	15.0	8250	.028:	-20.6	8.0 × 5.9					0.7:
13*	598	d3	(17)	5385	.0181	(-17.6)	3.5 × 2.5	1.0			> 0.0:	> 0.7
14*	603	s2e	(14.5)	2455	.0081	(-18.4)	1.3	1.0	0.6	0.4	0.3	1.3
15*	604	d3	(15.5)	2265	.0074	(-17.2)	1.2					> 0.7
16*	605	ds1	(16.5)	(8490)	(.0282)	(-19.1)	5.5 × 4.4					> 0.3
17*	609	s2e	(14.5)	10393:	.0345:	(-21.5)	8.7	1.0	0.9			(0.9)
18*	610	d3e	(16.5)	10395	.0345	(-19.5)	8.0	1.0	0.1			0.6
19*	612	sd2e	(15.5)	6195	.0206	(-19.4)	4.0	1.0	1.0	0.2		0.7
20*	613	d2	(16)	6315	.0209	(-18.9)	4.5	1.0	0.4			0.6
21*	614	sd1	(15)	3255	.0105	(-18.4)	2.4	1.0	0.5:			0.2

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22*	617	sd2e+sd3	14 ^m	4720	0,0153	-20,3	2,7	1,0	0,7	(0,2)	(0,2)	1,3
23*	619	d3e:	(17)	13165	,0442	(-19,9)	6,5	1,0	<(0,5)			>0,15:
24*	622	sd2e:	14,4	6985	,0232	-20,9	6,3×5,4	1,0	1,0	0,4	0,1	0,6
25*	632	ds2e	15,4	12075	,0399	-20,9	19×10	1,0	0,8	0,3	0,3	0,7
26*	634	ds3	(16)	19020	,0531	(-21,3)	16×12					0,2:
27	635	d3e:	(16)	7110	,0236	(-19,1)	4,6×3,2	1,0	0,5	-1,0		0,2
28	637	d2	(16)	19560	,0650	(-21,3)	16×13	1,0	0,5	0,2		0,8
29	638	ds2e	14,8	6610	,0221	-20,2	8,6	1,0	0,5	0,0		0,8
30	639	d3	(16,5)	10005	,0332	(-19,4)	6,4	1,0	0,0	0,0	(0,0):	1,0
31	640	d2e	15,1	6665	,0219	-19,8	6,4	1,0	0,7			0,3
32	641	sd2e:	(16,5)	2165	,0072	(-15,9)	1,25	1,0	<0,0			0,7
33	642	sd2	15,6	3450	,0113	-17,9	2,0					0,3
34	644	sd2e:	(17)	14620	,0486	(-19,7)	7,6	1,0		0,4	<0,3	0,7
35	645	s2e	(15,5)	7675	,0254	(-19,8)	5,9	1,0	0,1			0,6
36	645	d3e:	15,7	16110:	,0537	-21,2	11	1,0	(0,9)	0,6:	0,0:	(0,7)
37	647	sd3e:	(16)	7670	,0224	(-19,0)	6,5	1,0	0,1	<0,5		0,6
38	648	s2e:	(16)	(15320)	(,0509)	(-20,8)	12	1,0				0,2
39	649	sd3	14,3	7115	,0239	-21,1	10×6,8					0,0
40	650	d3e	15,5	4580	,0152	-18,7	2,9	1,0				>0,9
41	651	ds2e	(16,5)	7480	,0249	(-18,7)	4,8×3,9					>0,85
42	652	sd3e	(16)	7205	,0240	(-19,1)	4,2×3,2	1,0	0,4			0,6
43	654	d3	(16,5)	4235	,0142	(-17,5)	2,5×1,9					>0,8
44	657	d3	(15,5)	6015	,0201	(-19,3)	4,7×3,1	1,0	0,5			>0,7

Примечания к таблице

Маркарян 403. Прежнее значение $z=0.0241$ [1]. H_{α} слегка уширена.

Маркарян 405. На 2-х спектрограммах линии H_{α} и $[N II]$ 6583 А довольно слабы, блеандируются линиями OH 6830/63 А.

Маркарян 406. Прежнее значение $z=0.0168$ [1]. H_{α} слегка диффузна.

Маркарян 414. H_{α} слегка уширена. На новых спектрограммах контраст H_{α} по отношению к непрерывному спектру меньше. Не исключено, что объект переменный. Скорость второго компонента пары на 100 км/сек больше. Прежнее значение $z=0.0381$ [1]. а [2] $z=0.0379$.

Маркарян 423. Прежнее значение $z=0.0319$ [1]. На новой спектрограмме можно подозревать наличие у H_{α} слабых крыльев с шириной 30—40 А, дублет $[S II]$ 6716/30 А также выглядят одной эмиссионной деталью. Если наблюдения с большим спектральным разрешением подтвердят это, Маркарян 423 — галактика со слабыми сейфертовскими свойствами.

Маркарян 435. Прежнее значение $z=0.0226$ [1]. Эмиссионные линии узкие.

Маркарян 545. В пределах точности значение z совпадает с [3] 0.01596.

Маркарян 568. На недодержанной спектрограмме видна одна слабая эмиссионная деталь, которую мы считаем H_{α} . Значение z примерно совпадает с данными [4] 0.0185.

Маркарян 584. Спектрограмма плохого качества. Видна слабая уширенная эмиссионная линия в районе 7090 А и еще более слабая у 6330 А. Красное смещение вычислено в предположении, что это H_{α} и HeI 5876. В целом данные совпадают с [4]. Можно предположить, что это — сейфертовская галактика.

Маркарян 586. Очень интересный объект, в [5] отмечалось, что это возможный квазар. На 5 спектрограммах наблюдается сильная, как-будто двойная эмиссионная линия с шириной ≥ 20 А у 7590 А. В этой области находится очень сильная полоса поглощения атмосферного O_2 (А-полоса), поэтому мы предполагаем, что наблюдаемая деталь — широкая H_{α} , у которой контур сильно искажен поглощением, полная ширина линии может быть много шире. Вероятно, это объект сейфертовского типа. На прямом снимке, полученном с ЭОП, намечается слабый выброс на западе. Если наше отождествление верно, то по своим характеристикам — высокой светимости и звездному виду Маркарян 586 является близким квазаром. Крайне желательны наблюдения в синей части спектра. Так как объект звездный, в таблице указана верхняя граница размера при $\lambda \leq 3''$.

Маркарян 595. Наши наблюдения согласуются с результатами [4] о сейфертовской природе этого объекта. Наблюдается очень широкая H_{α} с шириной не менее 150 А z измерено по трем слабым линиям, которые предполагаются: $[OI]$ 6300 А, $[N II]$ 6584 А и $[S II]$ 6716/31 А. Видимо, сейфертовская галактика 2 типа, так как дублет $[S II]$ выглядит одной широкой деталью. Значение z не совсем уверенное и на 0.015 больше, чем в [4].

Маркарян 598. Непрерывный спектр очень слабый.

Маркарян 603. В [6] было высказано предположение, что по характерному отношению интенсивностей эмиссионных линий это объект типа Маркарян 78 и 198 (Sy 2).

Наши наблюдения дают отношение интенсивностей $[N II] 6584 \text{ \AA}/H_{\alpha} < 0.5$, ширины линий практически не превышают инструментальный контур. Возможно в спектре присутствует слабая линия $He I 6678 \text{ \AA}$ относительной интенсивности — 0.1. Значение z в [6] 0.009.

Маркарян 604. $z = 0.007$ [4].

Маркарян 605. На спектрограмме видна единственная слабая линия, непрерывный спектр очень слаб и отождествление ее с H_{α} не очень уверенное, но поскольку значение z совпадает [6] ($z = 0.028$), можно думать, что отождествление верно.

Маркарян 609. Наши наблюдения подтверждают предположения о сейфертовской природе объекта, высказанные в [6]. H_{α} имеет крылья с шириной не менее 50 \AA . Отношение интенсивностей линий $[N II] 6584 \text{ \AA}$ и H_{α} порядка 1, в то время, как $N_1 H_2 > 4$, согласно данным [6]. (В [6] спектральные характеристики и описания спектров объектов Маркарян 609 и 610 следует поменять местами). В целом объект можно отнести к классу сейфертовских галактик типа Маркарян 78 и 198. Значение z на 0.001 больше, чем в [6] и не совсем уверенное, так как линии измерялись на переносимом спектре.

Маркарян 610. Значение z на 0.004 больше, чем в [6]. Ширины линий не превышают инструментальный контур. Объект образует физическую пару с Маркарян 609, оба объекта сняты одновременно на щели. В приводимых нами данных их скорости совпадают, но в действительности скорость Маркарян 609 может быть слегка больше, на 20—50 км/сек.

Маркарян 612. Галактика по отношению интенсивностей линий $[N II] 6584 \text{ \AA}/H_{\alpha}$ и $N_1 H_2$ [6] сильно напоминает Маркарян 609, но ширины линий H_{α} и $[N II]$ значительно превышают инструментальный контур, хотя не исключена возможность, что H_{α} имеет слабые крылья. Нужны спектральные наблюдения с большим разрешением, возможно, что объект промежуточного типа между нормальными и сейфертовскими галактиками.

Маркарян 613. Значение z на 0.001 меньше, чем в [4].

Маркарян 614. Линии очень слабые, но по положению совпадают с [4].

Маркарян 617 = NGC 1614—II Zw 15. Спектр этой галактики изучался неоднократно. Значения лучевой скорости: +4629 [7] (отмечаются широкие эмиссионные линии), +6686 [8] (эмиссионные линии узкие), +4634 [9] (фиолетовое крыло у H_{α}). Все цитируемые значения приведены и $v_{\text{LSR}} = 300$ км/сек. Наше значение +4602 хорошо согласуется с [7] и [9]. Наиболее тщательно галактика исследована в [9], где сделан вывод о истечении газа из центральных областей со скоростью 450 км/сек по направлению к наблюдателю. Наши наблюдения показывают также, что контур H_{α} несколько шире инструментального с фиолетовой асимметрией. Дублет $[S II] 6717/30 \text{ \AA}$ разрешается, но с меньшим контрастом, чем обычно, что можно интерпретировать как наличие небольших крыльев, хотя здесь есть некоторая неопределенность ввиду блендирования с линиями OH. Если данные [6] верны (промежуток времени между исследованием этой галактики в [7] и [9] составляет 5 лет), то у этого объекта может быть спектральная переменность, типичная для многих сейфертовских галактик. Наличие весьма сильного инфракрасного излучения [10] также говорит в пользу этого.

Маркарян 619. В спектре есть слабая $[O I] 6300 \text{ \AA}$ с относительной интенсивностью 0.5.

Маркария 622. Наше прежнее значение $z=0.0235$ [1]. Новые наблюдения подтверждают наличие уширенных линий H_{α} и $[N II] 6584 \text{ \AA}$. Полная ширина этих линий более 20 \AA , контур обеих линий одинаков зимой 1974 г., зимой 1973 г. $[N II] 6584 \text{ \AA}$ была уже, чем H_{α} .

Маркария 632. Значение z на 0.0055 больше, чем в [1], эмиссионные линии узкие, впечатление уширенных линий, видимо, вызвано блендированием с OH , по этой же причине получается заметное расхождение в значениях z .

Маркария 634. Отождествление линии H_{α} не вполне уверенное. На трех спектрограммах наблюдаются слабая диффузная эмиссионная деталь в районе 6980 \AA , мы полагаем, что это H_{α} .

Маркария 646. H_{α} и $[N II] 6584 \text{ \AA}$ у этой галактики примерно равной интенсивности и выглядят уширенными, как у Маркария 622, на двух спектрограммах, но блендируются линиями OH в районе 6930 \AA , что приводит к менее точному значению z . Необходимы наблюдения с большим спектральным разрешением, либо повторные в области H_{α} .

Маркария 648. На двух спектрограммах видна слабая диффузная линия в районе 6900 \AA и еще более слабая у 7050 \AA , z вычислено в предположении, что это H_{α} и $[S II] 6717/30 \text{ \AA}$. Если отождествление верно, контур H_{α} может быть сильно искажен поглощением C_{α} 6867 \AA и линиями OH в длинноволновой части, подобно Маркария 464 (см. [1], рис. 1). Не исключена возможность, что H_{α} — уширена. Необходимы повторные наблюдения.

Маркария 649. На трех спектрограммах видна слабая линия, в коротковолновой сторону от которой намечается очень малоконтрастная диффузная деталь. Мы предполагаем, что малоконтрастная линия — H_{α} , z измерено по второй, более узкой линии, которую считаем $[N II] 6584 \text{ \AA}$. Этот результат хорошо согласуется с $z=0.0237$, измеренному по линиям поглощения H и $K Ca II [11]$.

Маркария 650. Возможно есть $[O I] 6300 \text{ \AA}$ с относительной интенсивностью 0.1. Значение $z=0.0153$ [12] хорошо согласуется с нашим. В [12] сообщается об обнаружении широких эмиссионных линий в ядерной части. На нашем спектре H_{α} узкая, заметных крыльев не обнаружено.

Маркария 651. Непрерывный спектр очень слабый.

Маркария 652. Возможно, есть слабая линия $[O I] 6300 \text{ \AA}$ с относительной интенсивностью <0.4 .

Маркария 662. Отождествление линий H_{α} и $[N II] 6584 \text{ \AA}$ по двум спектрограммам практически не вызывает сомнений, хотя значение z менее точное из-за блендирования линиями OH у 6930 \AA , контуры линий также неясны, может быть, есть слабые линии $[S II] 6717/30 \text{ \AA}$ и $[O I] 6300 \text{ \AA}$.

Маркария 665. Наше значение z на 0.0005 меньше, чем в [13].

Маркария 666. Видимо, есть слабая линия $[S II] 6717 \text{ \AA}$.

Маркария 668. Очень интересный объект. Галактика на щели спектрографа выглядит практически звездой. В районе 7070 \AA наблюдается широкая эмиссионная линия с шириной не менее 60 \AA , которую мы считаем H_{α} . При просмотре каталога оптических отождествлений радиосточников было обнаружено, что Маркария 668=OQ 208 (Оганский обзор). Спектральные наблюдения М. Бербидж и Р. Линдса (не опубликовано) показали, что это сейфертовская галактика с $z=0.077$ [14]. Отличие нашего значения

$z=0.079$ легко объяснить шириной измеряемой линии и влиянием линий ночного неба. Для этого объекта наблюдалась переменность с амплитудой свыше $1^m 0$ [15].

Маркарян 674 Очень сильная H_α , непрерывный спектр сильно недодержан.

Маркарян 684 Сравнительно сильная эмиссионная линия попадает почти точно на OH 6863.9 Å и оставляет впечатление уширенной, так как на расстоянии всего 4 Å лежит полоса поглощения $V(O_2, 6867 \text{ Å})$, длинноволновая часть контура искажена. В зеленой области спектра H_α довольно интенсивна, с длинноволновой стороны имеет крыло $\sim 10 \text{ Å}$, а с коротковолновой — резко обрывается. Заметны мало контрастные линии HeI 4921 и N_1 шириной 10—15 Å.

Маркарян 685 = NGC 42. Непрерывный спектр у нас крайне слаб. Значение $z=0.0153$ [16] хорошо согласуется с нашим.

Маркарян 688 В спектре как будто наблюдается дублет $[S II] 6717/30 \text{ Å}$.

Маркарян 691 Наше значение z на 0.0009 больше, чем в [2].

Маркарян 693 Линии довольно слабые, отождествление не вполне уверенное. Возможно, что H_α уширена.

Маркарян 694, 695. По положению и красному смещению это члены скопления Abell 2147 с диапазоном $z=0.031-0.044$ [17].

Маркарян 699 = IIZc 77 = CGCG 1622+4112. Наше значение z на 0.0004 меньше, чем в [18] и [19], что находится в пределах точности, указанной в этих работах. H_α по нашим измерениям имеет ширину порядка 40 Å. Объект можно классифицировать как галактику со слабыми сейфертовскими характеристиками. В работе [19], где эта галактика исследована довольно подробно, сделано заключение, что это «яркая компактная галактика с узкими эмиссионными линиями... но родственна компактным галактикам с широкими эмиссионными линиями». Там же было показано, что непрерывный спектр является степенным с $\alpha=2\pm 0.4$ и водородные линии имеют ширины 30 Å, кроме того, согласно наблюдениям Цаньки [18], в спектре наблюдаются линии высокого возбуждения $[NeV] 3426$ и $HeII 4686 \text{ Å}$. На наш взгляд, все это говорит в пользу того, что Маркарян 699 является сейфертовской галактикой с умеренными характеристиками. Следует отметить, что измерения лучевой скорости по достаточно ярким линиям, приведенные в [19], показывают, как будто, систематическую разницу: H_α , H_β , H_γ , $V_r = 10340 \pm 100 \text{ км/сек}$; $N_1, N_2 [HeII] 3869 \text{ Å}$, $V_r = 10070 \pm 50 \text{ км/сек}$. Было бы интересно проверить, реально ли это. На наших спектрограммах можно заподозрить линию $[N II] 6584 \text{ Å}$, которая дает скорость слегка меньше, чем H_α . Приведенная в [19] эквивалентная ширина линии H_α 55 Å, видимо, занижена. Скорее всего, это вызвано сильным понижением чувствительности в красной части спектра.

Маркарян 700. Для спектрограммы этого объекта в области H_α искажены шумами, но, тем не менее, не вызывает сомнений наличие широкой ($\sim 70 \text{ Å}$) линии H_α , на которую, вероятно, накладываются линии $[N II] 6584/48 \text{ Å}$. Возможно присутствие уширенных линий $[S II] 6717/30 \text{ Å}$. В зеленой области спектра эмиссионные линии имеют малый контраст, H_γ практически не видна из-за ее уширения, линии N_1 и N_2 уширены до 10—15 Å. Все это дает основание считать Маркарян 700 сейфертовской галактикой.

Маркарян 396. В спектре обнаружены несмещенные линии поглощения H_α , H_β , H_γ , что согласуется с результатами [20], что это — белый карлик.

Таблица 2

№	Объект	+Vr Линия- Ата	Источники	- Vr другие авторы	Источники	ΔVr
1	2	3	4	5	6	7
1	2	5700	24	5677	24	+ 23
2	3	4231	24	4110:	26	+124:
3	7	3080	24	3203	27	- 123
				3240*	30	-160*
				3313	31	- 233
4	12	4071	24	4166	27	- 95
				4286*	30	-215*
				4181:	31	-110:
5	15	6586	24	6523	27	+ 63
6	16	2486	24	2498	27	- 12
7	20-107	3629	24	3607	24	- 22
				3676	24	- 47
				3639	27	- 10
8	21	8411	24	8587	27	-176
9	27	2194	24	2229	27	- 35
10	28	9131	24	9135	27	- 4
11	30	7910	24	8179	27	- 269
12	31	7789	24	7831	27	- 42
13	32	879	24	931	27	- 52
14	34	15552	24	15300:	36	-252:
15	36	580	24	610:	26	- 30:
16	38	10883	24	10743	27	+140
17	72	13222	24	13183	28	+ 39
18	74	11131	24	11041	28	- 90
19	75	8987	24	8771	28	+ 16
20	86	455	24	453:	32	+ 3:
21	87	3003	24	2975	29	+ 108
22	90	4358	24	4238	29	+ 70
23	91	5157	24	5153	28	- 4
24	93	5404	24	5349	28	+ 55
25	94	612	24	759	23	- 147
				700:	32	- 88:
26	97	7084	24	7147	24	- 63
27	101	4837	24	4970:	24	- 133:
				487*	31	- 33*

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
28	102	4317	24	4263	28	+ 54
29	103	9558	24	9520	28	+ 38
30	105	3690	24	3653	28	+ 37
31	109	9136	21	9123	28	+ 13
32	114	7602	24	7541	28	+ 61
33	118	2547	24	2477	28	+ 70
34	121	6872	24	6635	28	+237
35	123	7768	24	7703	28	+ 65
36	125	7436	24	7422	29	+ 14
37	126	11730	24	11728	29	+ 2
38	129	4716	24	4623	28	+ 93
39	144	8245	24	8292	28	- 47
40	147	7144	24	7129	28	+ 15
41	152	6931	24	7028	28	- 93
42	183	12420	24	12444	28	- 24
43	221	5033	25	5017	8	+ 16
44	403	7154	**	7252	1	- 98
45	406	5093	**	5034	1	+ 59
46	414	11399	**	11411	1	- 12
47	423	9600	**	9560	1	+ 40
48	435	6638	**	6783	1	-145
49	444	4283	24	4215	14	+ 68
50	459	7210	24	7130	33	+ 80
51	486	11897	24	11867:	6	+ 30:
				11897	34	0
52	479	6254	25	6394:	2	-140:
53	487	904	24	816	8	+ 88
54	496	8992	24	8941	8	+ 51
				9135:	2	-143:
				9170:	13	-178:
				889H	35	+ 94
55	499	7957	24	7857	8	+100
				7907	35	+ 50
56	545	4820	**	4788	3	+ 32
57	557	4080	1	3780:	4	+300:
58	568	5767	**	5527:	4	+240:
59	584	23740	**	23430:	4	+310:

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
60	595	8352	**	7932:	4	+ 420:
61	603	2434	**	2769:	6	- 335:
62	604	2232	**	2067:	4	+ 165:
63	605	8463	**	8523:	6	- 60:
64	609	10345	**	10125:	6	+ 220:
65	612	6165	**	6480:	6	- 315:
66	613	6264	**	6549:	4	- 285:
67	614	3162	**	3267:	6	- 105:
68	617	4602	**	4627	7	- 25
				4634	9	- 32
69	622	6967	**	7057	1	- 90
70	628	8027	1	8050	35	- 23
71	632	11958	**	11787	1	+ 175
72	649	6994	**	7113	11	- 19
73	650	4574	**	4591	12	- 17
74	665	7993	**	8123:	13	- 130:
70	685	4573	**	4589	16	- 16
				4537*	16	+ 36*
76	691	3418	**	3161:	2	+ 257:
77	699	10308	**	10448	19	- 140

позволяет решать вопрос о принадлежности объекта к системе галактик и решать проблему устойчивости данной системы.

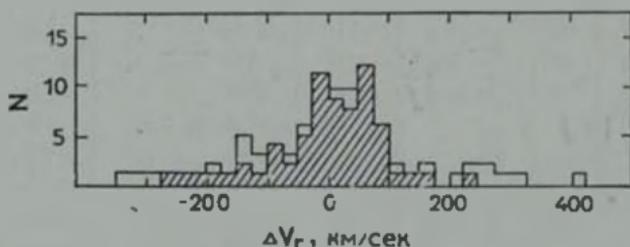


Рис. 1. Распределение ошибок определения лучевой скорости по данным табл. 2. Заштрихованная область соответствует сравнению с данными, имеющими точность лучше 100 км/сек

Отметим, что в литературе часто не приводится, с какой постоянной θ_0 (250 км/сек, 300 км/сек и др.) вычислены поправки за движение Солнца в лучевых скоростях, и иногда даже неясно, введены ли они вообще. Счи-

таем целесообразным приводить оба значения — наблюдаемое и исправленное.

Интенсивности эмиссионных линий. Как и ранее [1], приводим оценки относительных интенсивностей эмиссионных линий. Подробно методика описана в [1]. Для проверки линейности шкалы и определения точности наших оценок спектры ряда объектов были профотометрированы и обработаны на ЭВМ М-222 по программе экспрессной обработки спектрограмм, созданной в САО АН СССР [22]. Калибровка осуществлялась впечатыванием ступенчатого ослабителя. Были измерены интенсивности, эквивалентные ширины и полуширины эмиссионных линий для 26 объектов. Лучше всего наши визуальные оценки коррелируют с интенсивностью эмиссионных линий. Как видно из рис. 2, погрешность индивидуальной оценки интенсивности двух линий составляет 0.1—0.15, а H_{α} к непрерыв-

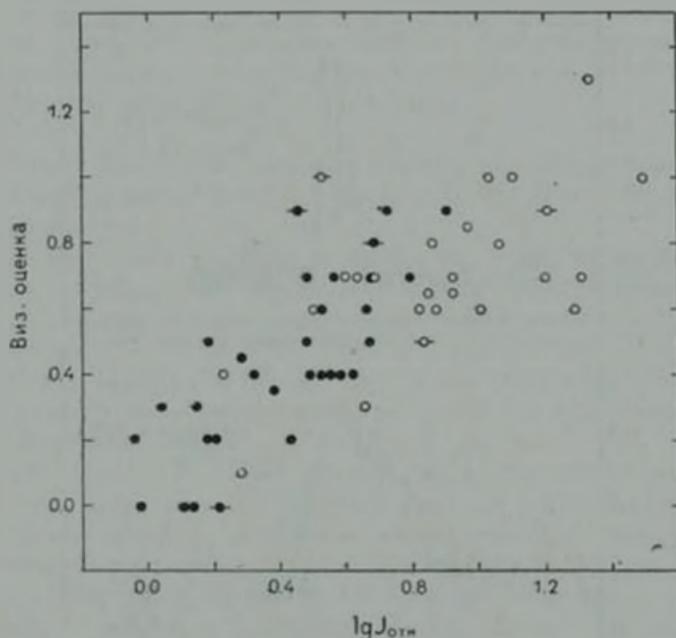


Рис. 2. Сравнение визуальных оценок с результатами фотометрии: ● — определение относительной интенсивности по линиям $[N II]$, $[S II]$; ○ — определения по отношению H_{α} /континуум; -○-, -●- — бленды.

ному спектру 0.2—0.25 в логарифме интенсивности, что мало уступает точности фотометрии и точного спектра по одной спектрограмме в нашем случае.

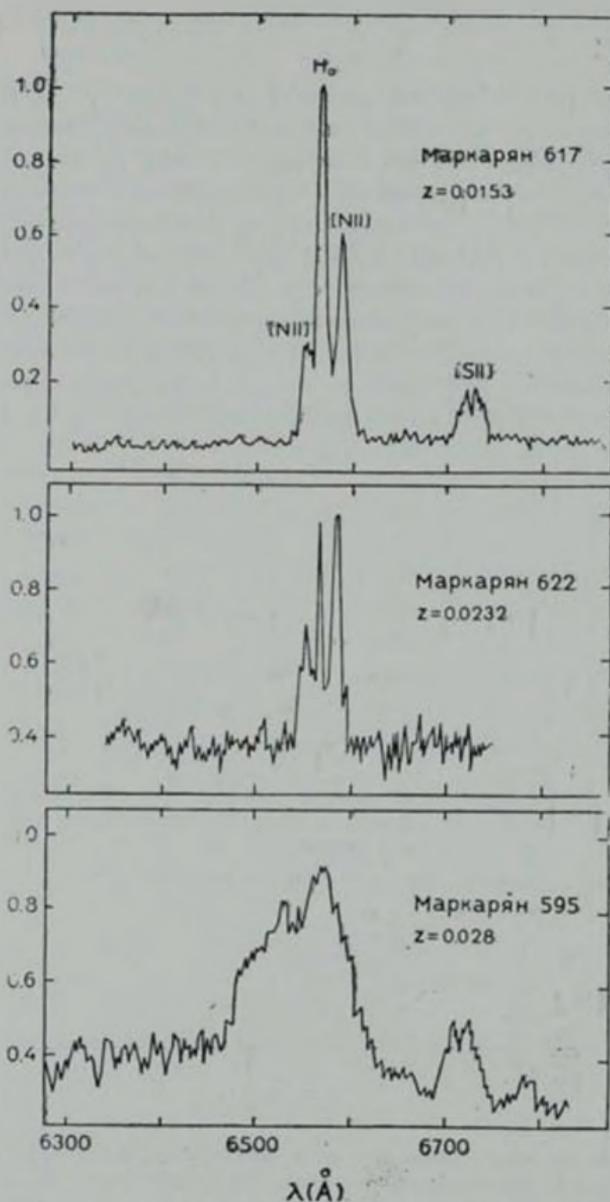


Рис. 3. Результат машинной обработки спектрограмм объектов Маркарян 617, 622 и 595 в прямых интенсивностях с вычетом фона шума. Записи приведены в лабораторной шкале длин волн.

Корреляция наших оценок с эквивалентной шириной несколько хуже, что, по-видимому, говорит о влиянии контуров линий, которое становится заметным для некоторых объектов при нашем спектральном разрешении. Полуширины узких запрещенных линий и линий неба обычно составляют 7—10 Å (не исправлены за инструментальный контур), а H_{α} , как правило, несколько больше и иногда достигают 14—16 Å.

На рис. 3 приведены для иллюстрации результаты машинной обработки спектров нескольких объектов в прямых интенсивностях с вычетом фона ночного неба.

Часто наблюдения проводились при плохих атмосферных условиях (туман, облака, высокая влажность), что приводило к заметным шумам ЗОП.

Уровень шума мог быть существенно снижен путем уменьшения ускоряющего напряжения, что привело бы к значительному удлинению времени экспозиции. Поскольку наблюдения рассчитаны лишь на обнаружение эмиссионных линий, фотометрическая обработка этих спектрограмм носит предварительный характер и проводилась в основном для отработки методики по небольшой части имеющегося материала.

Выводы. Достаточно подробные сведения о наблюдавшихся галактиках приведены в примечаниях к табл. 1, поэтому кратко резюмируем основные результаты.

Из наблюдавшихся 94 объектов у 64 обнаружены эмиссионные линии, у одного — Маркарян 396 — водородные линии поглощения (белый карлик, вероятно, типа DA, возможно, слабый радионисточник [23]). В красной части спектра линии не обнаружены у объектов — Маркарян 422 (3), 425 (3), 431 (4), 433 (3), 616 (3), 621 (5), 643 (4), 655 (5), 656 (4), 658 (3), в скобках указано число спектрограмм, возможно, что Маркарян 643 является галактической звездой.

Объекты — Маркарян 595, 609, 622, 688, 699, и 700 имеют широкие эмиссионные линии водорода и могут быть отнесены к классу сейфертовских галактик. Маркарян 609, 622 и 699, а также, вероятно, Маркарян 423 обладают умеренными сейфертовскими характеристиками. Кроме того, у объектов Маркарян 414, 584, 612, 617, 646, 670, 684 и 693 наблюдаются или можно заподозрить уширенные эмиссионные линии. Объект Маркарян 586, вероятно, является близким QSO. Для всех этих объектов были бы целесообразны дальнейшие наблюдения.

В заключение авторы выражают благодарность А. Л. Щербановскому за помощь при обработке спектрограмм на ЭВМ М-222.

Астрофизический институт
АН КазССР
Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР

SPECTRAL OBSERVATIONS OF MARKARIAN GALAXIES. II

E. K. DENISYUK, V. A. LIPOVETSKY, V. L. AFANASYEV

Spectroscopic observations of 75 galaxies from Markarian's lists IV—VII of galaxies are presented. Emission lines have been found in the spectra of 64 galaxies for which redshifts and relative intensities of lines have been determined. 10 objects have no lines in the red part of the spectrum, Markarian 396 has only hydrogen absorption lines (white-dwarf star). The objects, Markarian 595, 609, 622, 668, 699 and 700, possess the characteristics of Seyfert galaxies. Broadened emission lines are also observable or may be suspected in Markarian 414, 584, 612, 617, 646, 670, 684 and 693. Markarian 586 is a possible QSO. The accuracy of our radial velocity determinations is considered. It is shown that the real error is 60–70 km/sec.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. К. Денисюк, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 10, 315, 1974.
2. I. D. Karachentsev, V. I. Pronik, K. K. Chuvpov, *Astron. Astrophys.*, 1976 (in press).
3. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, *Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Univ. of Texas, Austin, 1964.
4. И. М. Копылов, В. А. Липовецкий, В. И. Проник, К. К. Чувасов, *Астрофизика*, 12, 189, 1976.
5. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 10, 307, 1974.
6. И. М. Копылов, В. А. Липовецкий, В. И. Проник, К. К. Чувасов, *Астрофизика*, 10, 483, 1974.
7. A. de Vaucouleurs, G. de Vaucouleurs, *A. J.*, 72, 730, 1967.
8. W. L. W. Sargent, *Ap. J.*, 160, 405, 1971.
9. M.-H. Ulrich, *Ap. J.*, 178, 113, 1972.
10. G. H. Rieke, F. J. Low, *Ap. J.*, 176, L 95, 1972.
11. G. Chincarini, H. J. Rud, *A. J.*, 77, 448, 1972.
12. W. G. Tifft, S. A. Gregory, *Ap. J.*, 181, 15, 1973.
13. I. D. Karachentsev, V. I. Pronik, K. K. Chuvpov, *Astron. Astrophys.*, 41, 375, 1975.
14. IAU Symp., No. 44, Dordrecht, 1972, p. 109.
15. E. R. Grain, J. W. Warner, *Ap. J.*, 179, L 53, 1973.
16. D. L. DuPuy, *A. J.*, 75, 1143, 1970.
17. L. P. Bautz, *A. J.*, 77, 331, 1972.
18. F. Zwicky, *Ap. J.*, 143, 192, 1966.
19. H. Karoji, K. Kodaira, *Publ. Astron. Soc. Japan*, 24, 239, 1972.
20. D. Willa, B. J. Willa, *M. N.*, 167, 79, 1974.
21. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 7, 511, 1971; 8, 155, 1972; 9, 487, 1973.
22. В. Л. Афанасьев, А. Л. Щербановский, *Сообщ. САО*, вып. 16, 1976 (в печати).

23. R. A. Sramek, H. M. Toumassian, Ap. J., 196, 339, 1975.
24. Э. К. Денисюк, Астрон. цирку., № 615, 1971; № 621, 1971; № 624, 1971; № 759, 1973; № 809, 1973.
25. Э. К. Денисюк, И. Г. Бабкин, Н. В. Сияева, Астрон. цирку., № 837, 1974.
26. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 5, 113, 1969.
27. W. L. W. Sargent, Ap. J., 159, 765, 1970.
28. W. L. W. Sargent, Ap. J., 173, 7, 1972.
29. M.-H. Ulrich, Ap. J., 163, 441, 1971.
30. L. Bottinelli, J. Heidmann, L. Gouguenheim, Astron. Astrophys., 22, 281, 1973.
31. L. Bottinelli, R. Duflo, L. Gouguenheim, J. Heidman, Astron. Astrophys., 41, 61, 1975.
32. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, Астрофизика, 8, 33, 1972.
33. Г. Арп, Э. Е. Хачикян, Н. К. Андреасян, Астрофизика, 10, 625, 1974.
34. F. Zwicky, Catalogue of Selected Compact Galaxies and of Post-Eruptive Galaxies, Speich Zuerich, Switzerland, 1971.
35. M.-H. Ulrich, Astron. Astrophys., 40, 337, 1975.
36. E. L. Turner, 1976 (in press).