

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# АСТРОФИЗИКА

ТОМ 15

ФЕВРАЛЬ, 1979

ВЫПУСК 1

УДК 523.855

## ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ И МАССЫ 44 ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК

И. Д. КАРАЧЕНЦЕВ, В. А. В. САРЖЕНТ, Б. ЦИММЕРМАН

Поступила 24 октября 1978

Представлены лучевые скорости для компонентов 44 пар галактик, измеренных из 200" телескопе. Среднее отношение орбитальной массы к светимости у этих пар,  $(f_e) = 8.7 \pm 2.8 f_e$ , согласуется с нормальной величиной, получаемой по вращению галактик.

1. *Введение.* В настоящее время еще не установилось единое мнение о характерной величине массы двойных галактик, получаемой по орбитальным движениям компонентов пары. Средние отношения орбитальной массы к светимости, представленные в последних обзорах [1, 2], различаются на порядок. Поэтому является весьма актуальным дальнейшее накопление наблюдательных данных, в особенности измерение лучевых скоростей двойных галактик. В этой работе мы приводим результаты наблюдений 44 пар галактик из каталога [3].

2. *Наблюдения.* Спектральные наблюдения двойных галактик выполнялись 23—27 октября 1976 г. на цифровом 512-канальном спектрометре, установленном в кассегреновском фокусе 200" телескопа. Сканы галактик были получены в диапазоне 3700—5300 Å со спектральным разрешением около 4 Å кан.л. Одновременно осуществлялось вычитание спектра ночного неба. Цель спектрометра (0.9 × 60") ориентировалась вдоль прямого восхождения. Сканы для нескольких галактик приведены на рис. 1.

Результаты измерения лучевых скоростей представлены в табл. 1. В первой колонке указан номер двойной галактики по каталогу [3], во второй — лучевая скорость, исправленная за движение Солнца (в км/сек), и внутренняя ошибка скорости при измерении ее по разным линиям; в последней колонке приведены линии, видимые в спектре объекта. Эмиссионные линии отмечены их длиной волны в ангстремах, абсорбционные — об-

щепринятыми буквенными обозначениями. Примечания к таблице содержат указания на морфологические особенности объектов, обозначения галактик по другим каталогам и спискам, а также опубликованные оценки лучевых скоростей.

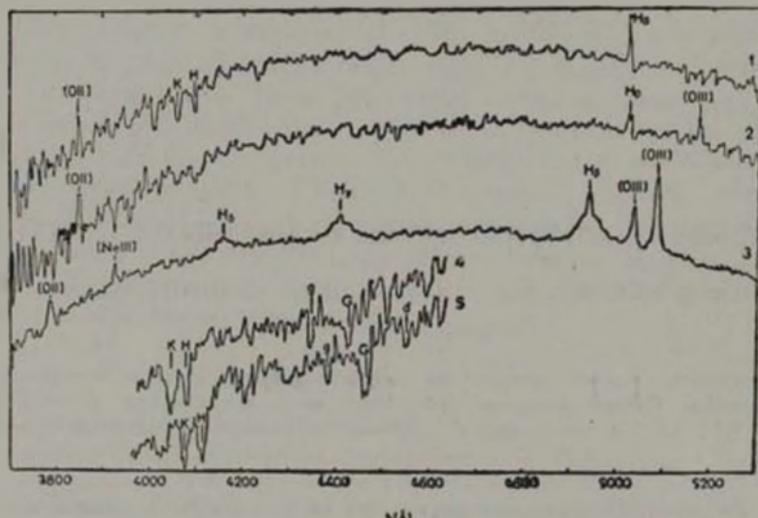


Рис. 1. Сканы пяти галактик, полученные 23—27 октября 1976 г. с 512-канальным спектрометром 200" телескопа: 1) СРГ 67а, время накопления  $T = 400$  сек. 2) СРГ 67б,  $T = 400$  сек. 3) СРГ 575а,  $T = 200$  сек. 4) СРГ 599б,  $T = 900$  сек. 5) СРГ 599а,  $T = 900$  сек. Для последних двух объектов приведены фрагменты сканов. По оси абсцисс указана длина волны в ангстремах, по оси ординат — логарифмы потока в произвольных единицах. Стрелками отмечены линии, по которым измерялась лучевая скорость.

Для 25 галактик в табл. 1, для которых имелись независимые измерения лучевых скоростей с точностью не хуже 100 км/сек, средняя разность оценок составляет  $\langle V_{\text{от}} - V_{\text{др}} \rangle = +34 \pm 20$  (км/сек). В половине случаев разность оценок не превышает средней квадратичной ошибки разности. Для нескольких объектов (например, СРГ 29) значительная разность  $\Delta V_{\text{с}}$  обусловлена наличием у галактики больших внутренних движений, когда различия в положении и ориентации щели спектрографа отражаются на величине измеряемой скорости объекта.

3. *Обсуждение результатов.* Основные характеристики исследованных пар суммированы в табл. 2. В столбцах ее указаны следующие данные: 1 — номер пары в каталоге [3], 2 — морфологические типы компонентов, 3 — тип взаимодействия между компонентами согласно классификации [3], 4 — средняя арифметическая лучевая скорость пары в км/сек, 5 — разность

ИСПРАВЛЕННЫЕ ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ  
 ДВОЙНЫХ ГАЛАКТИК

Таблица 1

№ СРГ	$V_0 \pm \Delta V$		Линии
1	2		3
2a	4714	73	G, H <sub>1</sub> , g, H, H, K
2b	7597	54	G, H, H, K
6a	5237	60	4861, H, K
6b	5350	50	G, H, K
9a	5342	21	5007, 4959, 4861, 3727
9b	5322	31	5007, 4959, 4861, 3727
19a	5539	7d	G, g, H, K, 3727
19b	5340	30	5007, 4959, 4861, 3727
21a	12471	50	5007, G, 4102, H, K
21b	12838	38	4861, H, H, K
25a	5954	51	d, G, H, K
25b	5504	32	G, H, K
29a	14351	187	4861, H, H, 3727
29b	14485	111	5007, 4861, 3727
29c	14946	83	G, H, K
34a	5896	20	5007, 4861, H, 3727
34b	5903	30	5007, 4861, H, 3727
38a	5349	50	G, H, K
38b	5250	45	G, H, K
43	5562	50	4861, 3727
47a	5586	41	5007, 4861, 3727
47b	5662	27	5007, 4861, H, 3727
50	4600	49	5007, 4861, H, 3727
65b	4238	40	4861, G, H
67a	10251	10	4861, H, K, 3727
67b	10296	10	5007, 4861, 3727
70a	7357	17	5007, 4861, 4340, 3727
70b	7396	30	5007, 4861, 3727
82a	9427	37	5007, 4861, 4340, 3727
82b	9291	100	H
83a	8381	88	G, H, K
83b	8723	54	5007, 4959, 4861, G, 3727
83c	8542	80	4861, 4340, 3727
93a	7418	63	d, G, H, K,
93b	7382	93	5007, 4959, 4861, G, H, K
94a	6665	32	G, H, K
94b	6824	100	G, H, K
97a	904	15	5007, 4959, 4861
97b	840	26	5007, 4959, 4861
97c	815	22	5007, 4959, 4861, 4340, H, 3727
112a	3279	15	H <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> , G, H, H, K
112b	3304	23	H <sub>2</sub> , H <sub>1</sub> , G, H, H, K

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3
118a	4853 35	G, H
118b	4917 20	G, H, K
119a	4981 39	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
119b	5058, 50	H, K
123a	4920, 84	5007, H, H <sub>1</sub> , H, K, 3727
123b	4171 46	H, G, H, K
124a	6278 26	5007, 4861, 3727
124b	6128 15	5007, 4959, 4861, 3727
128a	4548 88	d, G, H, K
128b	4599 53	G, g, H, K
130a	6886 14	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
130b	6883 10	4861, H, 3727
136a	9505, 90	4861, G, H
136b	9789, 110	4861, H, K, 3727
137a	3875 27	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
137b	3978 20	5007, 4959, 4861, 4340, 4102, 3970, 3727
145a	6691 62	H, K
145b	6948 56	H, K
150a	4603 39	5007, d, G, H, K
150b	4765, 97	H <sub>1</sub> , H, K
155a	7460 72	G, H, K
155b	7418 28	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
160a	3028 32	4861, d, 4340, H
160b	3736 32	5007, 4861, g, K
506a	1415 27	5007, 4959, 4861, 4340, 4102, 3727
506a	1370 41	5007, H <sub>1</sub> , G, 3727
506b	1272 74	5007, H <sub>1</sub> , 3727
515a	6655, 94	H, H <sub>1</sub> , 3727
515b	7075 56	5007, 4861, g, H, 3727
526a	3133 32	5007, 4959, 4861, 4340, K, 3727
526b	3045 64	d, G, H, K
535a	5676 65	5007, 4861, 3727
535b	5822 15	5007, 4959, 4861, 3727
538a	7734 34	5007, 4861, 4340, G, 3727
538b	7763 13	5007, 4959, 4861, 4340, H, 3727
575a	5083 42	5007, 4959, 4861, 4340, 3869, 3727
575b	5220 39	5007, 4861
579a	10008 36	4861, H, K, 3727
579b	10160 56	5007, 4959, 4861, 3727
579b'	10358 59	4861, 4340, 3727
586a	5476, 93	5007, G, 3727
586b	4134, 50	4861
588a	9248 49	G, H, K
588b	8415 96	G, H, K

Таблица 1 (окончание)

1	2	3
593a	5478 50	5007, 4861, 3727
593b	5466 30	4861, 4340, H, K, 3727
598a	2036 22	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
598b	1931 13	5007, 4959, 4861, 4340, 3727
599a	11464 63	G, g, H, K
599b	8965 50	d, G, g, H, K
600a	7175 32	d, H <sub>1</sub> , G, H
600b	7153 36	5007, 4959, 4861, 3727
602a	5058 35	G, H, K
602b	4875 73	G, H, K, 3727

## Примечания к таблице

- 2a — NGC 1. Согласно [4]  $V_0 = 4701$ .
- 21b — Эмиссионные линии наклонены из-за вращения.
- 25 — IV Zw 39.
- 29 — VV 347, Agr 119. Для  $\alpha$ -компонента второй спектр получен в области пересечения северного спирального рукава со струей, направленной на эллиптический компонент; эмиссии у  $\alpha'$  расщеплены. Согласно [5]  $V_{0a} = 14668$ ,  $V_{0b} = 14569$ .
- 43 — Одиночная галактика с узлом спирального рукава к северу от ядра.
- 47 — VV 122, Agr 126.  $V_{0a} = 5472$  [4].
- 50 — Одиночная галактика со сгущением в южном рукаве.
- 65b — Ядро галактики, по-видимому, одиночной;  $\alpha$ -компонент — западное сгущение в спиральной структуре.
- 67 — V Zw 233. Содержащееся в [6] утверждение о сейфертовской природе обеих галактик ошибочно.
- 82 — Лучевая скорость, обозначенная символом (:), может содержать грубую ошибку из-за недодержки спектра.
- 83 — VV 331, Agr 118. Между компонентами имеется кольцеобразное образование [7]. Посредством «b'» обозначен узел в кольце на расстоянии  $9''$  к западу от b-компонента.
- 93 — VV 729, III Zw 55.  $V_{0b} = 7378$  [8]. По обе стороны ядра b-компонента на расстоянии  $3''$  видны компактные сгущения.
- 94a — Имеет внешний ринг. Возможно, это оптическая пара.
- 97 —  $\alpha$  — центральное тело галактики,  $\alpha'$  — южное сгущение, b — северное сгущение с проектирующейся на него звездой.
- 112 — VII Zw 6d.
- 123 — Тесная пара галактик. Большая разность скоростей не подтверждается новыми наблюдениями:  $V_{0a} = 4273$ ,  $V_{0b} = 4057$  [5].
- 128b — Согласно [9]  $V_0 = 4640$ .
- 136 — Имеет расщепленное ядро.
- 137 — VV 539. Согласно [5]  $V_{0a} = 3918$ ,  $V_{0b} = 3927$ .
- 160 —  $V_{0a} = 2986$ ,  $V_{0b} = 3760$  [5]. Оптическая пара.
- 506 — VV 89, Agr 32.  $\alpha'$  — узел в северной части «a» на  $3''$  к западу от проектирующейся звезды.

- 515b — Имеет компактное ядро.  
 526a —  $V_0 = 3127, 3205$  [4].  
 535 — VV 569. Между компонентами проектируется звезда.  
 575 — Aгр 298. a — сейфертовская галактика NGC 7469. Согласно [9]  $V_{0a} = 5015$ ,  $V_{0b} = 5083$ . По данным [4]  $V_{0a} = 5053$ .  
 579 — Согласно [10]  $V_{0a} = 10193$ ,  $V_{0b} = 10255$ . «b» означает узел спирального рукава в «b».  
 58c — VV 314. Aгр 46. «a» взаимодействует со слабым северо-восточным спутником. Большая разность скоростей подтверждается новыми наблюдениями:  $V_{0a} = 5542$ ,  $V_{0b} = 3994$  [5].  
 586 — 3С 465, ярчайшие члены скопления Эйбелл 2634. Согласно [11]  $V_{0a} = 9259$ ,  $V_{0b} = 8159$ . Судя по широкому профилю абсорбций «a» имеет большую массу.  
 598 — VV 255, Aгр 262.  
 599 — Пара компактных галактик близких размеров и яркостей. На Паломарской карте как будто видна очень слабая общая оболочка. Большая разность скоростей весьма неожиданна, хотя и подтверждается новыми наблюдениями:  $V_{0a} = 11385$ ,  $V_{0b} = 8767$  [5].  
 600 — Широкая пара очень компактных галактик.  
 602 — VV 226, Aгр 112.

лучевых скоростей компонентов и внутренняя ошибка измерения разности в км/сек, 6 — проекция расстояния между компонентами в клс при постоянной Хаббла  $H = 75$  км/сек Мпс, 7 — интегральная светимость пары в солнечных единицах с учетом галактического поглощения и К-поправки, 8 — отношение орбитальной массы к светимости в солнечных единицах, вычисленное в предположении круговых движений компонентов, 9 — несмещенная оценка отношения массы к светимости с учетом ошибки измерения разности лучевых скоростей. Отрицательные величины  $f_c$  соответствуют случаям, когда  $\Delta V^2 < \pm 2V_0$ .

Как показывает анализ, большинство пар с отношением массы к светимости  $f_c > 100 f_s$  является, по-видимому, результатом случайного соседнего расположения на небе галактик «поля» или же членов групп и скоплений. Исключая семь таких пар (№ 2, 94, 123, 160, 515, 586, 599), для остальных пар из табл. 2 имеем среднее значение отношения массы к светимости  $\langle f_c \rangle = 8.7 \pm 2.8 (f_s)$ , что хорошо согласуется с оценками, необходимыми по вращению отдельных галактик.

Отметим некоторое систематическое различие между оценками  $\langle f_c \rangle$  для пар с разным морфологическим составом компонентов:  $\langle f \rangle_{SS} = 6.7 \pm 3.5$  ( $n = 20$ ),  $\langle f \rangle_{ES} = 8.3 \pm 6.4$  ( $n = 13$ ) и  $\langle f \rangle_{EE} = 19.5 \pm 8.0$  ( $n = 4$ ).

Среди рассмотренных пар часто встречаются галактики высокой светимости, в пять и более раз превосходящие светимостью нашу Галактику. Это обстоятельство, по-видимому, не является случайным.

Таблица 2

СРГ №	Тип	Взаимод.	$V_0$ (км/сек)	$\Delta V = V_{21}$ (км/сек)	$X$ (кпс)	$L, 10^{16} L_{\odot}$	$f/f_{\odot}$	$f'_{\odot}$
2	SS	---	6156	-2883 40	45.4	8.7	3400	3396
6	SE	ATM	5294	-113 78	13.4	1.6	8.4	4.4
9	SS	ATM	5332	20 37	15.3	1.3	0.4	-0.9
19	ES	ATM	5440	199 84	11.8	5.1	7.2	5.9
21	SS	---	12654	-367 63	34.4	10.8	33.9	32.9
25	EE	ATM	5279	-450 60	2.7	2.0	21.2	20.8
29	SE	DIS	14648	-595 205	51.5	16.0	90.0	79.3
34	SS	DIS	5900	-7 36	25.6	2.4	0.04	-1.1
38	SE	---	5300	99 67	106	6.8	12.0	6.5
47	SS	ATM	5624	-76 49	9.2	3.0	1.4	0.8
67	SS	---	10274	-45 14	31.8	10.4	0.5	0.4
70	SS	LIN	7376	-39 35	9.2	2.4	0.5	0.1
82	SS	DIS	9359	136 107	13.1	5.6	3.4	1.3
83	ES	ATM	8552	-342 103	23.6	15.3	14.2	13.0
93	ES	ATM	7400	36 112	6.0	2.9	0.2	-1.8
94	SS	---	6744	-159 105	465	2.4	384	216
97	SS	LIN	860	-89 76	3.3	0.16	12.8	11.7
112	SS	---	3292	-25 27	9.7	2.7	0.2	0.0
118	ES	LIN	4890	-54 40	36.6	8.3	1.0	0.5
119	SS	LIN	5020	-77 63	11.9	4.5	1.2	0.4
123	SE	DIS	4546	749 96	6.4	1.5	188	185
124	SS	LIN	6203	150 30	9.6	2.6	6.6	6.3
128	ES	---	4574	-51 102	236	9.2	5.2	-15.8
130	ES	LIN	6884	3 17	14.1	2.7	0.0	-0.1
136	SS	LIN	9797	16 140	37.9	16.1	0.0	-3.6
137	SS	DIS	3926	-103 34	7.0	0.8	7.4	6.6
145	EE	ATM	6844	-307 84	9.6	5.0	14.9	13.8
150	SS	---	4684	-162 105	99.5	4.4	46.5	27.0
155	ES	DIS	7439	42 78	9.5	3.4	0.4	-0.9
160	SS	---	3382	-708 45	17.5	2.3	297	296
506	SS	LIN	1344	143 79	3.6	0.13	46.1	32.1
515	SS	DIS	6865	-420 109	47.4	2.4	276	257
526	SE	DIS	3089	88 71	27.7	3.3	5.1	1.8
535	SS	DIS	5749	-146 67	5.4	2.6	3.4	2.7
538	SS	LIN	7748	-29 36	37.0	12.0	0.2	-0.1
575	SS	DIS	5152	-137 58	26.4	6.7	5.8	4.8
579	ES	DIS	10084	-152 67	39.1	6.7	10.6	8.5
586	SS	DIS	4805	1342 106	50.0	4.9	1447	1439
588	EE	ATM	8832	833 108	8.6	9.7	48.5	47.7
593	SS	DIS	5472	12 58	42.2	2.1	0.2	-5.2
598	SS	ATM	1983	104 26	5.4	0.23	20.0	18.8
599	EE	ATM	10214	-2499 80	27.4	4.2	3200	3196
600	EE	---	7161	22 48	75.6	2.3	1.2	-4.7
602	ES	LIN	4966	183 81	16.8	4.0	11.2	9.0

Представленные данные не обнаруживают заметного увеличения орбитальных масс двойных галактик при переходе от тесных пар к широким, что ожидалось бы при наличии вокруг компонентов пар массивных невидимых корон.

Следует подчеркнуть, что рассмотренная выборка двойных галактик составляет малую часть ( $\sim 7\%$ ) всего каталога [3] и не является репрезентативной. Поэтому мы ограничились только краткими выводами из данных табл. 2. Развернутое исследование полной выборки пар с учетом различных эффектов селекции критерия пары будет приведено в отдельной работе по результатам систематического измерения лучевых скоростей двойных галактик на 6-метровом телескопе.

Один из авторов (И. К.) выражает глубокую признательность дирекции обсерваторий Хэйла за оказанное ему гостеприимство и возможность наблюдать на 200" телескопе.

Специальная астрофизическая  
обсерватория АН СССР,  
Обсерватории Хэйла, Калифорнийский  
технологический институт

## RADIAL VELOCITIES AND MASSES FOR 44 BINARY GALAXIES

I. D. KARACHENTSEV, W. L. W. SARGENT, BARBARA ZIMMERMANN

Radial velocities are presented for components of 44 pairs of galaxies using observations with the 200" telescope. The mean mass-to-luminosity ratio for the binaries,  $f_* = 8.7 \pm 2.8 f_{\odot}$ , agrees with a normal rotational value.

### ЛИТЕРАТУРА

1. E. L. Turner, Report IAU Colloq. No. 37, Paris, 1976, p. 337.
2. I. D. Karachentsev, Report IAU Symp. No. 79 "The Large Scale Structure of the Universe", 1978, p. 11.
3. И. Д. Караченцев, Каталог изолированных пар галактик северного неба; Сообщ. САО АН СССР, 7, 3, 1972.
4. V. Afanasjev, I. Karachentsev, P. Notni, Astron. Nachr., 296, 233, 1975.
5. И. Д. Караченцев (в печати).
6. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, Астрофизика, 11, 377, 1975.
7. И. П. Костюк, Сообщ. САО АН СССР, 13, 45, 1975.
8. W. L. W. Sargent, Ap. J., 160, 405, 1970.
9. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, Reference Catalogue of Bright Galaxies, Univ. of Texas Press, Austin, 1964.
10. G. Chincarini, H. Rood, P.A.S.P., 88, 388, 1976.
11. D. C. Jenner, Ap. J., 191, 55, 1974.