АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 9 ФЕВРАЛЬ, 1973 ВЫПУСК 1

ПОИСКИ КАРЛИКОВЫХ СФЕРОИДАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

Н. Ш. МАИЛЯН

Поступила 30 октября 1972

На картах Паломарского обозрения в области с $\alpha > 56^h$ и $b > 20°$ обнаружены 104 карликовые сфероидальные галактики. Пространственная плотность этих объектов оценена как $10^{-1} Мпс^{-3}$. Показано, что отмеченная ранее тенденция галактик этого типа к концентрации к галактикам высоких светимостей невелика. Распределение рассматриваемых объектов по угловым диаметрам представлено как $\lg N \sim -\lg d$.

Карликовые сфероидальные галактики или галактики типа Скульптора характеризуются низкой поверхностной яркостью. Поверхностная яркость большинства их заключена, по-видимому, в пределах $24^m.5 - 27^m.0$ с квадратной секунды. Поэтому их обнаружение является довольно сложной задачей. Для объектов типа Скульптора характерны также малый градиент поверхностной яркости и отсутствие наблюдаемых ядер [1].

Настоящая работа посвящена поискам карликовых сфероидальных галактик на картах Паломарского атласа, охватывающих область неба с $\delta > 56°$, и интерпретации полученных результатов.

Изучение галактик с низкой поверхностной яркостью в близких скоплениях (Virgo, Fornax) показало, что это действительно карликовые системы (малый градиент поверхностной яркости и малые размеры). Это позволяет предположить, что если не все, то большинство зарегистрированных в настоящей работе галактик с низкой поверхностной яркостью действительно являются карликовыми объектами.

Важность изучения карликовых галактик была отмечена в [2, 3].

Известны исследования карликовых галактик, и в частности систем типа Скульптора, в скоплениях Virgo, Coma и Fornax [4—7]. Эти работы были выполнены на негативах, что, по-видимому, не дает

возможности выявить большинство объектов с низкой поверхностной яркостью. Нам представляется, что Паломарский атлас, благодаря контрастности отпечатков, больше подходит для поисков подобного рода объектов. На картах Паломарского атласа были выполнены работы [1, 8, 9]. Первая из них является каталогом карликовых галактик и включает всего 14 карликовых сфероидальных систем (отбирались объекты с диаметром больше 1.1), во второй исследовались галактики типа Скульптора только в области скопления Virgo. В работе же [9] велись поиски карликовых галактик типа Скульптора во всей области неба с $\delta > -27°$.

Нами было проведено два независимых обзора карт Паломарского атласа в области неба с $\delta > 56°$ с целью поисков галактик низкой поверхностной яркости. Во избежание ошибок, вызванных внешним сходством искомых объектов с остатками вспышек Новых и Сверхновых в Галактике, из числа обрабатываемых карт были изъяты те, что охватывают область неба с $b \leqslant 20°$.

Регистрировались объекты с диаметрами $d \geqslant 0.5$ *мм*, что при масштабе карт 1 *мм* = 67.1 соответствует 0.56. Наличие карликовой галактики считалось установленным лишь в том случае, когда след ее был хорошо виден как на синей, так и на красной картах. Всего были обнаружены 104 системы искомого типа. Из них 75 были зарегистрированы дважды, 82 лишь в первый раз, а 97 только во второй раз.

Имея результаты двух независимых поисков, мы можем оценить полное число объектов рассматриваемого типа, которые мы могли бы обнаружить в изучаемой области неба. Если p_1 и p_2—вероятности регистрации объектов, соответственно, при первом и втором обзорах, n_1 и n_2 —числа зарегистрированных при этом объектов, n_{12} —число объектов, зарегистрированных при обоих обзорах, а N — полное число искомых объектов, то, очевидно,

$$n_1 = p_1 N,$$

$$n_2 = p_2 N,$$

$$n_{12} = p_1 p_2 N.$$

Тогда

$$N = \frac{n_1 n_2}{n_{12}} = 106.$$

Итак, можно считать, что подавляющее большинство объектов нами было зарегистрировано.

Результаты обоих обзоров сведены в табл. 1. В последовательных столбцах приведены порядковый номер галактики по списку, экваториальные координаты, диаметры объектов в *мм*, соответственно, на синей и на красной картах; индексы „ * “ и „ — “ обозначают, соответственно, наличие проектирующейся на диск галактики звезды и вытянутую форму системы. Обозначения 1, 2 и 12 в последнем столбце указывают на то, что данная галактика была обнаружена только при первом или только при втором обзоре или, наконец, при обоих обзорах.

Представляет интерес сравнение результатов наших поисков с результатами работы [9]. Из 241 объекта типа Скульптора, зарегистрированного В. Е. Караченцевой, в интересующую нас область попадает лишь 21. Такую значительную разницу в результатах обзоров, тем более при одинаковом к ним подходе, трудно объяснить. Но обращает на себя внимание то обстоятельство, что подавляющее число этих объектов (15) сосредоточено в ограниченной области —между α, равными 8^h и 12^h, и δ, равными 65° и 75°. Это позволяет полагать, что поиски карликовых галактик на широтах $\delta > 56°$ велись в основном вблизи группы М 81, тем более, что в область группы М 81 из нашего списка попадают те же 21 плюс одна галактика, которую из каких-то соображений Караченцева могла не внести в свой список.

Сравним диаметры объектов на синей и красной картах. Подсчеты дали следующие результаты: для 50% объектов диаметры изображений, в пределах точности измерений, совпадают, у 43% диаметры на синих картах превосходят диаметры на красных, и лишь у 7% диаметры на красных картах больше диаметров на синих. Это дает некоторое представление о цвете обнаруженных нами карликовых галактик. Оценка среднего значения интернационального показателя цвета приводит к величине $\sim 0^m.6$.

Для сравнения картин распределения карликовых галактик высокой светимости из каталога А. де Вокулер и Ж. де Вокулера [10] были выбраны галактики с $m_{pg} \leqslant 13.0$, находящиеся в исследованной области неба. Несмотря на общее сходство распределений тех и других объектов, отчетливо выделяются отдельные группы карликовых галактик, довольно удаленные от ярких систем. Поэтому вывод о несомненной связи карликовых систем с индивидуальными яркими галактиками [8, 9] не кажется нам очевидным.

Таблица 1

№	α	δ	d	Примечания	№	α	δ	d	Примечания
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	$2^h06^m36^s$	82°30′	0.6	2	37	$8^h53^m41^s$	59°17′	0.9,0.7*	12
2	3 11 31	81 11	0.7	2	38	9 04 47	60 18	8.7—	2
3	47 00	88 43	0.6,0.5	12	39	16 22	75 57	1.1,1.0	12
4	56 14	79 57	0.6—	2	40	20 04	85 50	0.5	12
5	4 02 00	89 05	0·6,1.0	12	41	24 44	74 38	1.2.1.0*	12
6	10 01	85 58	0.6	2	42	26 08	63 24	0.7,0.5	12
7	5 07 44	81 37	0.5	1	43	36 15	58 46	0.5—	12
8	10 57	74 32	0.6—	2	44	37 02	71 29	2.7,2.0	12
9	19 21	72 42	0.7,0.6	2	45	41 33	69 45	1.1,0.8	12
10	27 45	78 44	1.7,1.0	2	46	49 33	58 44	0.6,0.7	12
11	49 53	75 25	2.0,1.5	12	47	53 22	68 47	0.8	1
12	53 10	68 41	0.6,0.5	12	48	53 40	69 24	1.4,1.2	12
13	54 03	73 23	0.7,0.5	2	49	10 00 20	66 58	1.1,1.0	12
14	6 12 59	74 49	0.8*	2	50	03 16	68 16	1.4,1.1	12
15	33 00	88 56	0.6—	12	51	04 58	70 56	0.8	12
16	35 52	80 38	0.6,0·5	12	52	15 22	65 53	1.0	12
17	42 20	60 15	0.5	2	53	24 04	71 31	0.7,0.6	12
18	49 27	71 31	0.6	2	54	24 52	67 08	1.0,0.8	12
19	7 00 54	66 06	0.6	1	55	25 04	63 38	0.7	2
20	03 59	78 39	0.6,0.5	12	56	27 58	78 08	0.7,0.8	1
21	10 59	76 04	1.0,0.7*	12	57	41 16	60 45	1.5	12
22	17 03	66 56	0.5	1	58	46 10	65 05	1.5.1.2	2
23	24 54	58 59	0.9,0.6	12	59	11 09 34	64 24	0.8—	12
24	50 06	61 35	0.5,0.7	12	60	12 38	58 35	0.6*	12
25	8 02 35	73 19	0.5	12	61	14 50	58 39	0.7	1
26	09 41	73 39	0.5	2	62	17 38	58 03	1.1,0.8	12
27	19 17	85 04	0.6,0.5	12	63	36 43	59 29	0.6	12
28	22 36	79 06	0.6	12	64	40 07	59 24	1.3	12
29	27 59	59 11	0.5	12	65	56 25	56 40	0.5	12
30	29 34	84 36	0.5	12	66	59 46	79 36	0.5,0.6	12
31	31 36	78 10	0.7	12	67	12 04 11	85 56	0.6	12
32	33 44	67 36	0.6,0.5	12	68	17 09	75 25	0.6,0.5	12
33	39 06	77 21	0.6,0.5	12	69	19 02	57 06	0.5,0.6	12
34	41 01	78 51	0.6,0.5	12	70	22 02	61 34	0.8	12
35	45 14	74 12	0.6,0.5	12	71	23 38	58 36	1.4,0.8	12
36	49 29	73 58	0.5	12	72	23 58	62 43	0.7.0.5	12

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
73	$12^h23^m52^s$	70°37′	1.8,1.5	12	89	$13^h52^m19^s$	60°22′	0.7	12
74	25 39	75 54	0.5	2	90	14 28 09	59 06	0.6,0.5	12
75	32 08	64 57	0.6	12	91	33 47	57 26	0.8	12
76	33 10	73 58	0.5	2	92	15 10 52	57 11	0.7,0.6	12
77	42 20	64 17	0.5	12	93	13 17	63 02	1.0	12
78	42 46	71 05	0.7,0.5	1	94	36 47	59 11	0.6—	12
79	46 27	75 43	0.5—	12	95	44 49	61 48	0.6	12
80	47 57	78 44	1.0,0.6	12	96	55 31	58 54	0.8,0.5	2
81	13 00 50	89 05	0.8	12	97	17 00 16	70 23	1.1,1.0	12
82	03 07	67 59	3.0,2.7	12	98	16 18	75 25	0.5,0.7	12
83	09 08	85 50	0.6,0.5	2	99	28 12	59 15	0.6.0.5	12
84	21 36	58 04	1.9.1.5	12	100	46 39	67 31	0.7,0.6	12
85	26 25	68 00	0.8	12	101	18 09 04	80 47	0.5—	2
86	31 23	82 03	0.6—	2	102	22 18	65 43	1.8,1.7	12
87	44 08	65 44	0.5	12	103	52 05	76 53	0.6,0.5	12
88	48 14	63 03	0.7	12	104	22 39 00	88 17	0.7	12

На рис. 1 приведена зависимость логарифма числа объектов типа Скульптора с диаметром, большим данного значения, от логарифма этого значения. Здесь же для сравнения дается прямая $\lg N \sim -3 \lg d$, соответствующая равномерному распределению. Распределение числа объектов по диаметру, согласно нашим данным, может быть представлено соотношением $\lg N \sim -\lg d$. Возможно, что это отклонение от равномерного распределения хотя бы частично обусловлено селекцией.

Если принять средний линейный диаметр карликовых сфероидальных галактик $D = 2.6 \pm 0.7$ *кпс* (по данным Ходжа [11] для подобных объектов в Местной группе), то на расстоянии 16 *Мпс* их угловые диаметры будут составлять 0′.56. Можно поэтому полагать, что отмеченная часть объектов типа Скульптора располагается на расстоянии 16 *Мпс* и ближе. Из шести карликовых сфероидальных галактик Местной группы на таком расстоянии были бы обнаружены лишь три системы (Fornax, Sculptor, Leo I).

Если отвлечься от неоднородности распределения в пространстве карликовых сфероидальных галактик, можно оценить их число в сфере радиусом в 16 *Мпс* и среднюю пространственную плотность в этой сфере. 104 обнаруженных нами объекта находятся в телесном угле 0.69 *стерадиана*. Следовательно, полное число карликовых

сфероидальных галактик в сфере радиусом в 16 *Мпс* равно примерно $2 \cdot 10^3$, а пространственная плотность этих объектов — около 10^{-1} *Мпс*$^{-3}$. Эта величина на порядок превосходит значение, полученное в [9].

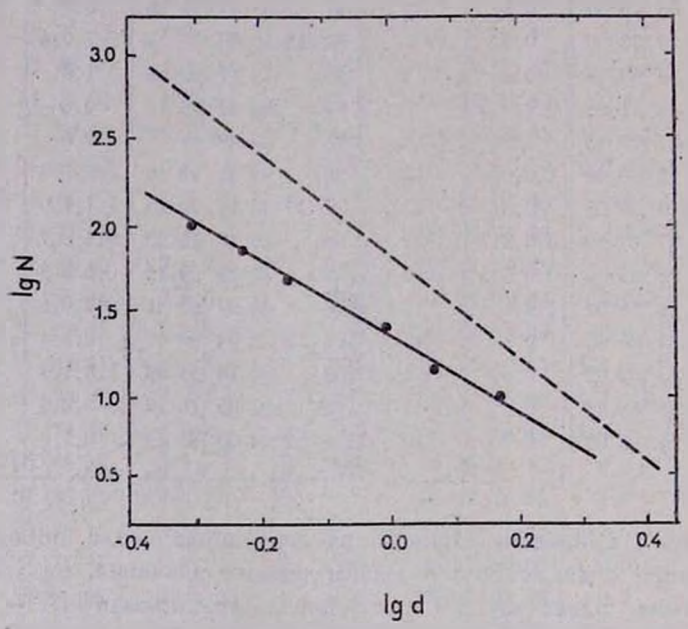

Рис. 1. Распределение числа объектов по диаметрам (сплошная линия). Пунктиром нанесена прямая $\lg N \sim -3 \lg d$.

Основные выводы. 1. Карликовые сфероидальные галактики встречаются, по-видимому, чаще чем предполагалось ранее [9].

2. Отмеченная в [8, 9] тенденция к концентрации к галактикам высоких светимостей не столь велика.

3. Распределение карликов типа Скульптора в пространстве, изученном нами, отклоняется от равномерного. Оно может быть аппроксимировано соотношением $\lg N \sim -\lg d$.

4. Оценка нижнего предела пространственной плотности карликовых сфероидальных галактик приводит к значению 10^{-1} *Мпс*$^{-3}$.

5. Средний показатель цвета карликов типа Скульптора в интернациональной системе около $0^m.6$.

Автор выражает благодарность академику В. А. Амбарцумяну за руководство работой.

Бюраканская астрофизическая обсерватория

THE SEARCH OF DWARF SPHEROIDAL GALAXIES

N. SH. MAILIAN

104 dwarf spheroidal galaxies are discovered on the Palomar Sky Survey Charts in the region with $\alpha > 56°$ and $b > 20°$. The space density of these objects is estimated as 10^{-1} Mpc^{-3}. It was shown that the earlier mentioned tendency of galaxies of this type in relation to the concentration around the galaxies of high luminosity is not strong. The distribution of angular diameters of objects under consideration is presented as $\lg N \sim -\lg d$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *S. van den Bergh*, Publ. David Dunlap Obs., 2, 1959.
2. *В. А. Амбарцумян*, Вопросы космогонии, 8, 14, 1962.
3. *V. A. Ambartsumian*, A. J., 66, 536, 1961.
4. *G. Reaves*, A. J., 61, 69, 1956.
5. *G.Reaves*, P. A. S. P., 74, 392, 1961.
6. *G.Reaves*, P. A. S. P., 78, 407, 1966.
7. *P. Hodge*, P. A. S. P., 72, 188, 1960.
8. *И. Д. Караченцев*, Астрофизика, 1, 203, 1965.
9. *В. Е. Караченцева*, Сообщ. Бюраканской обс., 39, 61, 1968.
10. *G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs*, Reference Catalogue of Bright Galaxies, 1964.
11. *P. Hodge*, Ap. J., 144, 869, 1966.