

А. П. МАГТЕСЯН

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ГАЛАКТИК В ГРУППАХ

В предыдущих статьях [1, 2] изучена зависимость распределений галактик по морфологическим подтипам и некоторых физических величин, характеризующих галактики, от среднего гармонического линейного расстояния между галактиками (\bar{R}), характеризующего плотность групп, и относительного количества эллиптических и линзовидных галактик (P) группы. В настоящем сообщении изучена связь радиоизлучательных способностей галактик с теми же величинами. Использован тот же материал [3—10], что и в [1, 2], а также радионаблюдения на частотах 1400, 2380, 2695, 5000 МГц [11—14].

Таблица 1

Относительное количество спиральных галактик с обнаруженным радиоизлучением в группах с разными морфологическими составами и плотностями на разных частотах.

\bar{R}	P	1400 МГц			2380 МГц			2695 МГц			5000 МГц		
		γ	$\gamma(P \leq 1)$	$N(n)$									
0—100	≤ 0.25	57	28	7(4)	63	39	8(5)	62	48	13(8)	26	17	19(5)
	> 0.25	17		11(1)	20		10(2)	33		12(4)	0		11(0)
100—400	≤ 0.25	60	39	15(9)	67	64	12(8)	63	52	19(12)	41	31	17(7)
	> 0.25	0		8(0)	60		10(6)	30		10(3)	18		11(2)
> 400	≤ 0.25	42	26	12(5)	36	31	11(4)	42	44	19(8)	33	27	12(4)
	> 0.25	13		15(2)	0		2(0)	45		31(14)	20		10(2)
Все галактики	≤ 0.25	53	31	34(18)	55	47	31(17)	55	47	51(28)	33	25	48(16)
	> 0.25	9		34(3)	36		22(8)	40		53(21)	13		32(4)

В табл. 1 приведены относительные количества радиоизлучающих спиральных галактик (на разных частотах) в зависимости от морфологического состава и плотности групп. Обозначения приведенных величин следующие: \bar{R} —среднее гармоническое линейное расстояние между галактиками группы; P —относительное количество эллиптических и линзовидных галактик группы; γ —доля радиоизлучающих галактик (на уровне предельного потока данного обзора); N —число наблюдавшихся галактик; n —число радиоизлучающих галактик.

Из табл. 1 видно, что спиральные галактики в группах относительно более богатых ими ($P \leq 0.25$) чаще обнаруживаются в радиодиапазоне (на всех рассмотренных частотах), чем в том случае, когда они являются членами групп, в которых преобладают эллиптические и линзовидные галактики ($P > 0.25$). Кроме того, большое обилие галактик с обнаруженным радиоизлучением наблюдается в группах, имеющих средние плотности ($100 \text{ кпс} < \bar{R} \leq 400 \text{ кпс}$).

В случае же эллиптических и линзовидных галактик (табл. 2) зависимость наличия радиоизлучения от величин P и \bar{R} , как у спиралей,

Относительное количество эллиптических и линзовидных галактик с обнаруженным радиоизлучением в группах различной плотности и морфологического состава на разных частотах

\bar{R}	ρ	1400 МГц			2380 МГц			2695 МГц			5000 МГц		
		γ	$\gamma(P < 1)$	$N(n)$									
0—100	< 0.7	15	14	13(2)	43	29	7(3)	13	12	15(2)	10	4	10(1)
	> 0.7	14		29(4)	21		14(3)	11		28(3)	0		15(0)
100—400	< 0.7	25	24	16(4)	8	9	13(1)	36	17	11(4)	10	8	10(1)
	> 0.7	22		18(4)	11		9(1)	5		19(1)	7		15(1)
> 400	< 0.7	20	20	20(4)	0	22	2(0)	12	18	25(3)	8	8	12(1)
	> 0.7	20		10(2)	29		7(2)	33		9(3)	—		—
Все галактики	< 0.7	20	19	49(10)	18	19	22(4)	18	15	51(9)	9	6	32(3)
	> 0.7	18		57(10)	20		30(6)	13		56(7)	3		30(1)

нет. Эллиптические и линзовидные галактики в радиодиапазоне обнаруживаются в 2—3 раза реже, чем спиральные. Из этого, однако, не следует, что средняя мощность радиоизлучения эллиптических и линзовидных галактик ниже, чем у спиральных, поскольку хорошо известно, что галактики нанвысшей радиосветимости—радиогалактики—относятся именно к эллиптическим и линзовидным галактикам.

Сравнение результатов табл. 1 и 2 с данными, полученными в [15, табл. 1], позволяет заключить, что относительное количество спиральных галактик с обнаруженным радиоизлучением в группах несколько больше, чем в поле. Такой же результат, однако, без разделения галактик по морфологическим типам, был получен в работах [16, 17].

В табл. 3 и 4 соответственно для спиральных и эллиптических галактик приведены величины $\langle R \rangle$, ρ , $\langle \lg L \rangle$ и l на разных частотах в группах с разными плотностями. Где R —это радиондекс, определяемый разностью

$$R = m_r - m_{opt}^0,$$

где m_r —радиовеличина, определенная согласно Хэнбури Брауну и Хазарду [18], а m_{opt}^0 —оптическая величина галактик по Цвикки и др. [5—10], исправленная за поглощение света в Галактике с помощью соотношения $0.25 \cos \sec |b^1|$. Для южных галактик использованы $B(0)$ величины Вокулера [4], приведенные к величинам Цвикки соотношением

$$m_{opt}^0 = (1.00 \pm 0.02)B(0) + (0.27 \pm 0.23),$$

полученным по 179 общим галактикам, находящимся в изученных группах. Обратная зависимость имеет вид

$$B(0) = (0.94 \pm 0.02)m_{opt}^0 + (0.49 \pm 0.22)$$

Коэффициент корреляции между рассматриваемыми величинами равен 0.97 ± 0.01 .

L —радиосветимость (Вт Гц⁻¹) обнаруженных в радиодиапазоне галактик при постоянной Хаббла, принятой равной $75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпс}^{-1}$. Величины ρ и l определены в работе [19] следующим образом:

$$\rho = -2.5 \lg \nu + \langle R \rangle, \quad l = \lg \nu + \langle \lg L \rangle,$$

где ν — доля наблюдавшихся объектов с радиоизлучением, превышающим предельную плотность потока данного обзора. В сущности, эти величины характеризуют средние относительную и абсолютную радиоизлучательные способности галактик, приведенные к наблюдавшимся галактикам (как обнаруженным, так и необнаруженным в радиодиапазоне). В [15, 19] показано, что эти величины в гораздо меньшей степени зависят от распределения видимых оптических величин и предельной плотности потока радиообзора, чем величины ν , $\langle R \rangle$ и $\langle \lg L \rangle$, взятые в отдельности. Исходя из этого для сравнения радиоизлучательных способностей галактик величинам ρ и l дан больший вес.

Сравнивая табл. 3 и 4 можно видеть, что в плотных группах ($\bar{R} < 400$ кпс) эллиптические галактики в среднем имеют большие относительные (по отношению к оптическому излучению) и абсолютные радиоизлучательные способности, чем спиральные галактики, а в рассеянных группах по своим радиоизлучающим способностям отличаются спиральные галактики.

Таблица 3

Средние радиоданные обнаруженных спиральных галактик в группах с различной плотностью на разных частотах

\bar{R}	1400 МГц					2380 МГц				
	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n
0—100	1.34 ± 0.95	2.72 ± 0.99	22.02 ± 0.47	21.47 ± 0.50	5	3.46 ± 2.70	4.49 ± 2.71	21.37 ± 1.46	20.96 ± 1.46	7
100—400	2.59 ± 1.40	3.62 ± 1.41	21.61 ± 0.52	21.20 ± 0.54	9	3.41 ± 1.44	3.89 ± 1.45	21.07 ± 0.58	20.88 ± 0.58	14
>400	1.17 ± 0.48	2.65 ± 0.53	22.26 ± 0.66	21.67 ± 0.67	7	3.18 ± 0.70	4.46 ± 0.75	21.38 ± 0.57	20.87 ± 0.60	4
Все галактики	1.82 ± 1.23	3.10 ± 1.23	21.92 ± 0.61	21.41 ± 0.61	21	3.38 ± 1.74	4.21 ± 1.74	21.20 ± 0.88	20.87 ± 0.88	25

Продолжение табл. 3

\bar{R}	2695 МГц					5000 МГц				
	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n
0—100	3.60 ± 2.78	4.40 ± 2.82	21.11 ± 1.26	20.79 ± 1.29	12	3.90 ± 1.81	5.83 ± 1.83	21.04 ± 1.22	20.27 ± 1.23	5
100—400	3.09 ± 0.82	3.79 ± 0.83	21.41 ± 0.34	21.13 ± 0.35	15	3.48 ± 0.99	4.76 ± 1.01	21.02 ± 0.22	20.51 ± 0.25	9
>400	2.58 ± 0.79	3.48 ± 0.79	21.81 ± 0.48	21.45 ± 0.48	22	3.18 ± 0.92	4.59 ± 0.95	21.63 ± 0.33	21.07 ± 0.36	6
Все галактики	2.99 ± 1.55	3.82 ± 1.55	21.52 ± 0.76	21.19 ± 0.76	49	3.50 ± 1.18	5.00 ± 1.19	21.21 ± 0.66	20.61 ± 0.67	20

Среди членов групп галактик эллиптические и линзовидные галактики имеют большие относительные и абсолютные радиоизлучательные способности, чем спиральные. Такое же заключение при рассмотрении всех галактик обзора [14], независимо от того, входят галактики в системы или нет, сделано в [15].

Средние радиоданные обнаруженных эллиптических и линзовидных галактик в группах различной плотности на разных частотах

\bar{R}	1400 МГц					2380 МГц				
	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n
0—100	0.07 ± 3.06	2.20 ± 3.07	22.86 ± 2.46	22.01 ± 2.46	6	0.72 ± 3.03	2.07 ± 3.04	22.58 ± 1.40	22.04 ± 1.40	6
100—400	0.48 ± 0.52	2.03 ± 0.53	22.29 ± 1.02	21.67 ± 1.03	8	-1.50 ± 1.70	1.13 ± 1.76	23.36 ± 0.96	22.31 ± 1.01	2
>400	1.93 ± 0.69	3.68 ± 0.73	22.08 ± 0.16	21.38 ± 0.22	6	4.30 ± 0.42	5.95 ± 0.60	21.14 ± 0.01	20.48 ± 0.27	2
Все галактики	0.79 ± 2.36	2.59 ± 2.36	22.40 ± 1.44	21.68 ± 1.44	20	0.99 ± 3.05	2.79 ± 3.05	22.45 ± 1.33	21.73 ± 1.33	10

Продолжение табл. 4

\bar{R}	2695 МГц					5000 МГц				
	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n	$\langle R \rangle$	ρ	$\langle \lg L \rangle$	l	n
0—100	0.76 ± 3.85	3.06 ± 3.86	22.66 ± 1.69	21.74 ± 1.70	5	2.20 ± 3.96	5.70 ± 3.99	21.58 ± 1.56	20.18 ± 1.59	1
100—400	0.08 ± 2.88	2.01 ± 2.69	22.22 ± 1.10	21.45 ± 1.11	5	2.70 ± 3.96	5.45 ± 3.99	21.48 ± 1.56	20.38 ± 1.59	2
>400	2.97 ± 1.13	4.82 ± 1.16	21.70 ± 0.37	20.96 ± 0.40	6	4.00 ± 1.65	6.75 ± 1.69	21.65 ± 0.91	20.55 ± 0.93	1
Все галактики	1.38 ± 2.88	3.43 ± 2.88	22.16 ± 1.14	21.34 ± 1.14	16	3.90 ± 1.65	6.95 ± 1.69	21.55 ± 0.91	20.33 ± 0.93	4

Сравнивая результаты [15, табл. 2] с данными табл. 3 и 4 можно заметить, что спиральные галактики в группах имеют большие относительные абсолютные радионизлучательные способности, чем в общем поле.

В табл. 5 и 6 приведены те же величины для спиральных и эллиптических галактик, что и в табл. 3 и 4, но здесь галактики сгруппированы по морфологическим составам групп. Табл. 5 указывает на то, что спиральные галактики, находящиеся в таких группах, где их относительное количество больше, имеют, в среднем, большую способность излучать в радиодиапазоне, чем те спиральные галактики, которые находятся в группах, где много эллиптических и линзовидных галактик.

Из табл. 6 видно, что эллиптические и линзовидные галактики по зависимости радионизлучательной способности от морфологического состава группы противоположны спиральным, т. е. они имеют большие радионизлучательные способности в тех группах, в которых больше их относительное количество.

В [2] было показано, что группы и входящие в них галактики в среднем сходны с точки зрения состава населения, т. е. спиральные галактики относительно богаты населением II типа, если они принадлежат группам, имеющим относительно много эллиптических и линзовидных галактик, а эллиптические и линзовидные галактики относительно богаты населением I типа, если состоят в группах с большим относительным количеством спиральных галактик. Имея в виду этот

Таблица 5

Средние радиоданные обнаруженных спиральных галактик в группах с разными морфологическими составами на разных частотах

P	1400 МГц					2380 МГц				
	<R>	ρ	<lgL>	l	n	<R>	ρ	<lgL>	l	n
≤ 0.25	1.98 ± 1.24	2.66 ± 1.25	21.82 ± 0.59	21.54 ± 0.59	18	2.96 ± 1.20	3.61 ± 1.21	21.44 ± 0.64	21.18 ± 0.64	17
> 0.25	0.87 ± 0.65	3.50 ± 0.75	22.52 ± 0.38	21.47 ± 0.45	3	4.49 ± 2.38	5.39 ± 2.39	20.69 ± 1.13	20.25 ± 1.14	8

Продолжение табл. 5

P	2695 МГц					5000 МГц				
	<R>	ρ	<lgL>	l	n	<R>	ρ	<lgL>	l	n
≤ 0.25	2.83 ± 1.12	3.48 ± 1.12	21.56 ± 0.66	21.30 ± 0.67	28	3.48 ± 1.29	4.68 ± 1.29	21.22 ± 0.73	20.74 ± 0.74	16
> 0.25	3.20 ± 2.00	4.20 ± 2.01	21.45 ± 0.86	21.05 ± 0.86	21	3.55 ± 0.73	5.81 ± 0.80	21.17 ± 0.37	20.27 ± 0.42	4

Таблица 6

Средние радиоданные обнаруженных эллиптических и линзовидных галактик в группах с разными морфологическими составами на разных частотах

P	1400 МГц					2380 МГц				
	<R>	ρ	<lgL>	l	n	<R>	ρ	<lgL>	l	n
≤ 0.7	1.01 ± 2.32	2.76 ± 2.33	22.19 ± 0.86	21.49 ± 0.87	10	1.45 ± 2.92	3.30 ± 2.94	22.21 ± 1.24	21.47 ± 1.26	4
> 0.7	0.57 ± 2.50	2.42 ± 2.50	22.61 ± 1.88	21.87 ± 1.89	10	0.68 ± 3.36	2.43 ± 3.37	22.61 ± 1.47	21.91 ± 1.48	6

Продолжение табл. 6

P	2695 МГц					5000 МГц				
	<R>	ρ	<lgL>	l	n	<R>	ρ	<lgL>	l	n
≤ 0.7	1.51 ± 2.51	3.36 ± 2.52	21.96 ± 0.79	21.22 ± 0.81	9	3.90 ± 1.65	6.53 ± 1.70	21.20 ± 0.72	20.15 ± 0.76	3
> 0.7	1.20 ± 3.50	3.43 ± 3.50	22.41 ± 1.51	21.52 ± 1.51	7	-0.10 ± 3.50	3.60 ± 3.50	22.58 ± 1.51	21.10 ± 1.51	1

факт, полученные выше результаты можно сформулировать следующим образом: спиральные галактики, находящиеся в группах, где галактики имеют сравнительно богатое население I типа, обнаруживаются в радиодиапазоне более часто и имеют более высокие относительные и абсолютные радиосветимости, чем те спирали, которые находятся в группах, где у галактик сравнительно богато представлено население II типа. В то же время эллиптические и линзовидные галактики имеют больше радиоизлучательные способности в тех группах, где галактики относительно богаты населением II типа. Из сказанного можно заключить, что источник релятивистской плазмы в спираль-

ных галактиках связан с населением I типа, а в эллиптических и линзовидных галактиках—с населением II типа.

Автор благодарен Г. М. Товмасыну за ценные замечания.

3 января 1984 г.

Ա. Պ. ՄԱՄԵՍՅԱՆ

ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՌԱԴԻՈՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ ԽՄԲԵՐՈՒՄ

Ուսումնասիրվել է խմբերում գալակտիկաների հարարերական (օպտիկական ճառագայթման նկատմամբ) և բացարձակ ռադիոճառագայթային ունակության կախումը խմբի խտությունից և նրանում էլիպսաձև ու ոսպնյակաձև գալակտիկաների հարարերական քանակից: Մասնավորապես պարզվել է, որ.

1. Այն պարուրաձև գալակտիկաները, որոնք գտնվում են պարուրաձև գալակտիկաներով հարուստ խմբերում, ունեն ավելի մեծ ռադիոճառագայթային ունակություն, քան այնպիսիները, որոնք գտնվում են էլիպսաձև և ոսպնյակաձև գալակտիկաներով հարուստ խմբերում.

2. էլիպսաձև և ոսպնյակաձև գալակտիկաները ավելի մեծ ռադիոճառագայթային ունակությամբ են օժտված այն խմբերում, որտեղ իրենց հարարերական քանակը մեծ է:

3. խմբերում պարուրաձև գալակտիկաներն ունեն ավելի մեծ հարարերական և բացարձակ ռադիոճառագայթային ունակություն, քան ընդհանուր դաշտում:

4. խմբերում (ինչպես և ընդհանուր դաշտում [15]) էլիպսաձև և ոսպնյակաձև գալակտիկաներն ունեն մեծ հարարերական և բացարձակ ռադիոճառագայթային ունակություն, քան պարուրաձևերը:

A. P. MAHTESSIAN

THE RADIO EMISSION OF GALAXIES IN GROUPS

The dependence of the mean relative and absolute radio emissivity of galaxies in different groups on the density of groups and on the percentage of elliptical and lenticular galaxies in them is considered.

Particularly it is concluded that:

1. Mean relative and absolute radio emissivity of spiral galaxies in groups with high percentage of spirals is greater, than that of spirals in groups of relatively high content of ellipticals and lenticulars.

2. Radio emissivity of elliptical and lenticular galaxies are greater in groups with high percentage of these galaxies.

3. Spirals in groups have a higher mean relative and absolute radio emissivity than those of the general field.

4. The mean relative and absolute radio emissivity of elliptical and lenticular galaxies in groups as well as in the general field is higher, than that of spirals.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Магтесян, Сообщ. Бюраканской обс., 53, 102, 1982.
2. А. П. Магтесян, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 13, 1985.
3. И. Д. Караченцев, Проблемы космической физики, 5, 201, 1970.
4. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, The University of Texas Press, 1975.
5. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. 1, 1961.
6. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. 2, 1963.
7. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. 3, 1966.
8. F. Zwicky, E. Herzog, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. 4, 1968.
9. F. Zwicky, M. Karpowicz, C. T. Kowal, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. 5, 1965.
10. Zwicky F., T. Kowal, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, v. VI, 1966.
11. J. Pfleiderer, Astron. and Astrophys. Suppl. 28, 313, 1977.
12. L. L. Dressel, J. J. Coudon, Astrophys. J. Suppl. 36, 53, 1978.
13. J. Pfleiderer, L. Ourst, N. H. Gebler, Monthly Not. R. A. S., 192, 635, 1980.
14. R. Sramek, Astron. J., 80, 771, 1975.
15. M. A. Arakellian, A. P. Mahtessian, G. Kojolan, in press.
16. Г. М. Товмачян, Сообщ. Бюраканской обс., 40, 57, 1969.
17. J. W. Sulentic, Astrophys. J. Suppl., 32, 171, 1976.
18. R. Hanbury-Brown, C. Hazard, Monthly Not. R. A. S., 122, 749, 1961.
19. M. A. Arakellian, G. Kojolan, in press.