

УДК: 524.726—7

О РАДИОИЗЛУЧЕНИИ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК В ГРУППАХ ГАЛАКТИК

В. Г. МАЛУМЯН

Поступила 9 июля 1986

Принята к печати 20 декабря 1986

Показано, что спиральные галактики — члены групп галактик по радиосветимости уступают спиральным членам изолированных двойных систем, но превосходят изолированные спиральные одиночные галактики. Это справедливо как для первых по видимой яркости членов групп, так и для более слабых. У первых по яркости спиральных членов групп частота встречаемости радиоизлучения не ниже, чем у спиральных двойных систем и заметно выше, чем у спиральных одиночных галактик. Подтвержден также сделанный ранее вывод об активной роли первых по яркости галактик в группах галактик.

1. *Введение.* В конце семидесятых годов было показано, что среди галактик — членов изолированных пар галактик (в особенности в тесных парах) радионисточники встречаются значительно чаще, чем у изолированных одиночных галактик [1]. Этот вывод в дальнейшем был подтвержден в ряде работ [2—6].

Согласно [7, 8], спиральные галактики — члены пар по мощности радиоизлучения в 2—2.5 раза превосходят одиночные галактики тех же абсолютных величин.

В [9] на основании статистического исследования галактик, входящих в группы Тернера и Готта [10], показано, что радиоизлучение чаще наблюдается у первых по видимой яркости галактик в группах, чем у более слабых членов групп. Там же указывается, что частота встречаемости радиоизлучения у одиночных галактик поля заметно меньше, чем у первых по яркости членов групп тех же абсолютных величин.

Согласно [11], среди эллиптических галактик, входящих в скопления, имеющие радиоизлучение объекты встречаются чаще, чем среди эллиптических галактик поля. Процент встречаемости радиоизлучения еще выше, если Е-галактики — члены скоплений в свою очередь являются членами групп, входящих в эти скопления. Согласно [12], частоты встречаемости радиоизлучения среди изолированных спиральных галактик и спиральных

галактик, являющихся членами скоплений, заметно не отличаются. В [13] показано, что спиральные галактики — члены скоплений в радиодиапазоне несколько менее мощны, чем галактики, находящиеся вне скоплений.

В работе [14] подробно исследуются радиоизлучательные способности галактик разных морфологических типов в группах в зависимости от плотности и морфологического состава групп. Там показано, что среди спиральных галактик в группах объекты, имеющие радиоизлучение выше предельного потока того или иного радиообзора галактик, встречаются чаще, чем среди галактик поля. Аналогичные выводы сделаны и в работах [15, 16]. Согласно же некоторым другим работам (например, [17]), частота встречаемости радиоизлучения среди спиральных галактик — членов групп ниже, чем у галактик поля. Согласно той же работе, спиральные галактики в группах и по мощности радиоизлучения несколько уступают галактикам поля. С другой стороны, в [14] сделан противоположный вывод: спиральные галактики в группах по сравнению с галактиками поля являются более мощными радиоизлучателями. В [18] на основании наблюдений с высокой разрешающей способностью и чувствительностью 37 бедных скоплений, которые фактически являются группами галактик, приведены данные, свидетельствующие в пользу того, что частота встречаемости радиоизлучения у галактик — членов групп несколько выше, чем у галактик поля. В [19] же показано, что нет разницы в радиоизлучательных способностях изолированных галактик и галактик — членов групп.

Противоречивость выводов, сделанных в вышеуказанных работах, на наш взгляд, в основном, можно объяснить двумя причинами. Во-первых, в части этих работ (как, например, в [19]) для сравнения частоты встречаемости или мощности радиоизлучения галактик — членов групп и галактик поля использованы выборки малых объемов и выводы, сделанные в них, ненадежны и, как отмечают и сами авторы этих работ, нуждаются в подтверждении. Во-вторых, в упомянутых работах для сравнения берутся галактики поля. Это понятие весьма относительное. Только когда используются обширные выборки таких галактик, можно считать, что они являются совокупностью случайно отобранных (в смысле принадлежности к системам галактик разной кратности) объектов. Но в подавляющем большинстве работ, посвященных исследованию радиоизлучательных способностей членов групп, объемы выборок галактик поля недостаточно обширны. Поэтому в одном случае среди них могут преобладать двойные и (или) кратные галактики или члены скоплений, в другом случае — одиночные галактики и т. д. Но, как мы уже говорили, частота встречаемости радиоизлучения и радиосветимости у одиночных галактик и галактик-членов двойных и кратных систем довольно сильно отличаются. И поэтому, при сравнении радиосвойств галактик — членов групп и галактик поля, в зависимости от того, какие системы доминируют в поле, можно прийти к разным (подчас проти-

воречивым) результатам. Необходимо также добавить, что иногда радиосвойства галактик — членов разных систем кратности сравниваются некорректно — без учета разницы в абсолютных звездных величинах сравниваемых галактик. Иногда же галактики разных морфологических типов рассматриваются вместе.

В этом сообщении радиоизлучательные свойства спиральных галактик в группах сравниваются с таковыми для изолированных спиральных одиночных галактик из списка [20] и спиральных компонентов изолированных двойных галактик из списка [21].

Для этой цели мы использовали каталог групп галактик [22], который, по всей вероятности, наиболее полный, «чистый» и однородный среди других каталогов групп галактик. Плотности потоков радиоизлучения брались из радиообзора галактик [23], в котором приведены данные наблюдений всех галактик UGC каталога [24] на частоте 2380 МГц, расположенных в поясе склонений $0^\circ < \delta < +37^\circ$ и не слабее $14^m.5$. Из рассмотрения исключались группы галактик, которые, согласно [22], могут содержать оптические члены, и группы, являющиеся частью скоплений галактик. Таким образом, из 176 групп галактик каталога [22] рассматривались около 100, расположенных в вышеупомянутом поясе склонений. Они содержат от 3 до 30 членов.

2. *Результаты сравнения.* Сравнение радиосветимостей спиральных изолированных одиночных и двойных галактик из [20] и [21] на основании данных из того же радиообзора галактик [23] проведено ранее в работе [8]. В этой работе, как и в настоящем сообщении, для вычисления радиосветимостей и абсолютных звездных величин галактик использовались лучевые скорости, взятые из обзора [25]. Таким образом, сравнение радиосветимостей изолированных галактик, галактик — членов пар и членов групп производилось на основании однородного материала. Постоянная Хаббла принималась равной $75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$. Видимые звездные величины исправлялись за поглощение в Галактике.

Зависимости $\lg N \sim m$, где N — количество объектов ярче видимой звездной величины m , исправленной за поглощение в Галактике, для выборок всех перечисленных трех видов объектов представлены на рис. 1. Эти зависимости для изолированных галактик и членов пар отличаются мало [8], и поэтому на рис. 1 приведены усредненные по ним значения $\lg N$. Из рисунка видно, что наклоны линий, представляющих зависимости $\lg N \sim m$, почти одинаковы. (Все выборки неполны одинаковым образом). Это дает нам основание для сравнения выборки галактик — членов групп с выборками изолированных одиночных галактик и компонентов двойных

систем. Малые расхождения между выборками в распределении $\lg N \sim m$ не могут существенно влиять на полученные результаты.

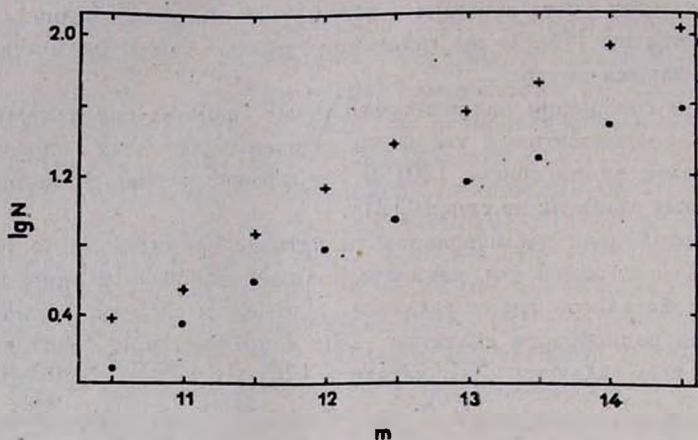


Рис. 1. Зависимости $\lg N \sim m$. Крестиками указаны спиральные члены групп. Точки соответствуют усредненным по выборкам изолированных одиночных галактик и компонентов пар значений.

Списки выборок одиночных спиральных галактик и членов пар из [20, 21], использованных нами, даны в [8]. В табл. 1 приводятся средние данные этих выборок и выборки спиральных галактик—членов групп.

В таблице указаны средне-квадратические ошибки средних расстояний и абсолютных величин. В последней строке табл. 1 приведены проценты галактик, плотность потока излучения которых на частоте 2380 МГц равна или выше 9 мЯн. Количества обнаруженных в радиодиапазоне галактик указаны в скобках.

Как следует из табл. 1, радионисточники среди спиральных членов изолированных пар галактик встречаются заметно чаще, чем среди спиральных членов групп. Вероятность того, что это отклонение случайное, около $3 \cdot 10^{-3}$. С другой стороны, изолированные одиночные спиральные галактики по частоте встречаемости радионисточников среди них практически не уступают спиральным членам групп.

Сравнение радиосветимостей спиральных изолированных галактик, членов пар со спиральными членами групп представлено на рис. 2, где по оси абсцисс отложены средние абсолютные величины для интервалов $\Delta M = 1$, а по оси ординат—соответствующие им средние логарифмы радиосветимостей на 2380 МГц. Прямые линии на рисунке представляют линии линейной регрессии зависимостей средних логарифмов радиосветимостей от абсолютной звездной величины изолированных галактик (нижняя

прямая) и членов пар (верхняя прямая), взятые из [8]. Кружки соответствуют членам групп. Отрезками прямых линий указаны величины средне-квадратических ошибок средних абсолютных величин и логарифмов радиосветимостей. Цифры в скобках указывают количества объектов с плотностью потока, равной или выше 9 мЯн, использованных для вычисления средних логарифмов радиосветимостей для каждого интервала абсолютных величин.

Таблица 1

СРЕДНИЕ ДАННЫЕ ВЫБОРОК СПИРАЛЬНЫХ ОДИНОЧНЫХ ГАЛАКТИК,
ЧЛЕНОВ ПАР И ЧЛЕНОВ ГРУПП

	Изолированные одиночные галактики	Члены изолированных пар галактик	Члены групп галактик
Количество объектов	90	93	282
Средние расстояния (Мпк)	45 ± 3	45 ± 3	44 ± 2
Средняя абсолютная величина	-19.7 ± 0.2	-19.7 ± 0.1	-19.6 ± 0.1
Процент обнаруженных радиисточников	34 ± 6 (31)	55 ± 8 (51)	38 ± 4 (108)

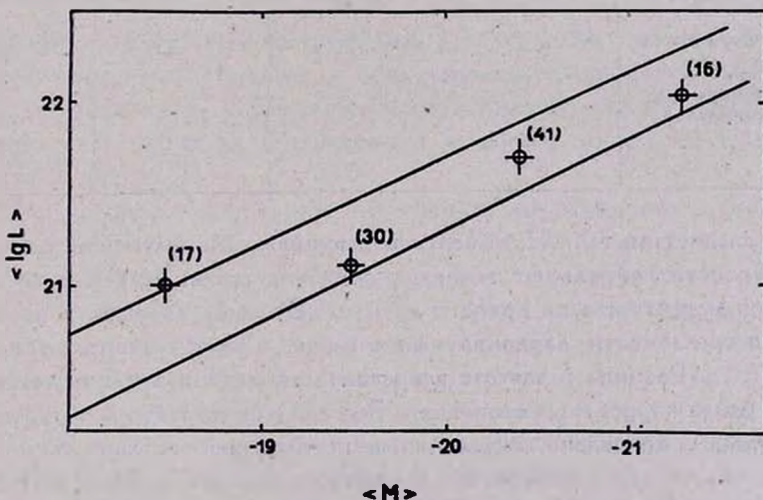


Рис. 2. Сравнение радиосветимостей спиральных галактик — членов групп с радиосветимостями спиральных компонентов пар галактик и одиночных спиральных галактик. Крестиками указаны члены групп. Объяснения в тексте.

Как следует из рис. 2, спиральные галактики — члены групп по радиосветимости уступают спиральным галактикам — членам пар, но превосходят изолированные спиральные галактики тех же абсолютных величин.

Согласно [13, 26], галактики подтипов So/a, Sa и Sab по сравнению с галактиками более поздних подтипов обладают несколько менее мощным радиоизлучением. По процентному содержанию галактик разных морфологических подтипов, а также SB-галактик все три выборки отличаются мало. Этими различиями нельзя объяснить полученный нами результат о радиосветимости спиральных галактик, принадлежащих к группам галактик.

В табл. 2 представлены аналогичные табл. 1 данные о первых, вторых и т. д. по яркости спиральных галактиках — членов групп из [22]. При определении места, занимаемого по яркости в группе данной спиральной или иррегулярной галактикой, принимались во внимание также эллиптические и линзовидные члены группы и члены с неизвестными морфологическими типами.

Таблица 2

СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ В ГРУППАХ

	Первые по яркости члены групп	Вторые по яркости члены групп	Третьи по яркости члены групп	Четвертые по яркости члены групп (и более слабые)
Количество объектов	58	59	48	117
Среднее расстояние (Мпк)	49 ± 4	42 ± 3	46 ± 4	42 ± 3
Средняя абсолютная величина	-20.5 ± 0.1	-19.8 ± 0.1	-19.7 ± 0.2	-19.2 ± 0.1
Процент обнаруженных радиисточников	62 ± 10 (36)	44 ± 9 (26)	33 ± 8 (16)	26 ± 5 (30)

Как следует из табл. 2, объекты, имеющие радиоизлучение, среди первых по яркости спиральных галактик — членов групп встречаются заметно чаще, чем у вторых по яркости членов. В свою очередь, у последних частота встречаемости радиоизлучения выше, чем у третьих по яркости членов и т. д. Разница в частоте встречаемости радиоизлучения сохраняется и при более корректном сравнении. Это следует из табл. 3, где в первых пяти столбцах приведены аналогичные предыдущей таблице данные, но только для объектов в интервале абсолютных величин $-21 \leq M \leq -18$. (Поскольку объекты с $M < -21$ встречаются главным образом у первых по яркости членов групп, а с $M > -18$ — у четвертых по яркости и более слабых членов групп). Постоянное уменьшение относительного количества радиисточников среди спиральных членов групп при переходе от более ярких к более слабым членам нельзя также объяснить изменением морфологического состава галактик.

Таким образом, на основании большого статистического материала подтверждается вывод, сделанный ранее в [9]. Там этот вывод был сделан без деления галактик по морфологическим типам на основании исследования групп галактик из [10].

Таблица 3

СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ В ГРУППАХ, ЧЛЕНЫ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ
И ОДИНОЧНЫЕ ГАЛАКТИКИ В ИНТЕРВАЛЕ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН
 $-21 < M < -18$

	Первые по яр- кости члены групп	Вторые по яр- кости члены групп	Третье по яр- кости члены групп	Четвертые и более слабые по яркости чл. групп	Члены пар	Одиночные
Количество объектов	39	55	39	94	72	68
Среднее расстояние (Мпк)	42 ± 4	42 ± 3	45 ± 4	45 ± 3	40 ± 3	47 ± 3
Средняя абсолютная величина	$-20.0 \pm \pm 0.1$	$-19.8 \pm \pm 0.1$	$-19.8 \pm \pm 0.1$	$-19.5 \pm \pm 0.1$	$-19.7 \pm \pm 0.1$	$-19.9 \pm \pm 0.1$
Процент обнаруженных радиоисточников	64 ± 13 (25)	46 ± 9 (25)	33 ± 9 (13)	31 ± 6 (29)	54 ± 9 (39)	35 ± 7 (24)

Примечателен и следующий факт: несмотря на уменьшение относительного количества объектов, с обнаруженным радиоизлучением, при переходе от более ярких спиральных членов групп к более слабым, их средние радиосветимости для галактик одних и тех же абсолютных величин почти не меняются.

Если по проценту обнаружения спиральные галактики — члены групп, когда они рассматриваются независимо от того, какое место по яркости они занимают в группе, заметно уступают членам пар, то рассмотрение табл. 3 показывает, что первые по яркости члены групп по этому признаку не уступают членам пар. (Члены пар, с которыми сравниваются члены групп, в большинстве случаев являются первыми по яркости компонентами пар [8]). Из табл. 3 следует также, что среди спиральных членов групп, занимающих в группах первое место по яркости, радиоисточники встречаются почти в два раза чаще, чем среди изолированных одиночных галактик тех же абсолютных величин. По сравнению с последними радиоисточники, по-видимому, чаще встречаются и у вторых по яркости членов групп.

3. **Заключение.** На основании изучения радиоизлучательных способностей спиральных галактик в группах галактик из списка [22] в данной работе удалось установить, что они по радиосветимости уступают членам двойных систем, но превосходят одиночные галактики одних и тех же аб-

солютных звездных величин. Причем это справедливо как для первых по видимой яркости галактик — членов групп, так и для более слабых членов групп.

При рассмотрении частоты встречаемости объектов, имеющих радиоизлучение выше определенного уровня, оказалось, что если спиральные члены групп рассматриваются вместе, независимо от того, какое место в группе занимают они по видимой яркости, то среди них радиоисточники наблюдаются заметно реже, чем среди спиральных членов изолированных двойных систем. Если же при таком рассмотрении учитывается и место, которое члены групп занимают в группах по яркости, то оказывается, что среди первых по яркости членов групп радиоисточники встречаются не реже (а может быть даже несколько чаще), чем среди членов пар. Среди первых по яркости членов групп радиоисточники встречаются почти в два раза чаще, чем среди изолированных одиночных галактик. Такой же вывод, но без разделения галактик по морфологическим типам, сделан ранее в работе [9], при сравнении частоты встречаемости радиоизлучения среди первых по яркости членов групп и одиночных галактик поля из списков [10]. По сравнению с одиночными галактиками, по-видимому, и среди вторых по яркости членов групп радиоисточники встречаются чаще. Между тем, при общем рассмотрении (независимо от занимаемого по яркости места в группе) одиночные галактики по частоте встречаемости радиоизлучения практически не уступают членам групп.

Подтвержден также вывод об активной роли первых по яркости галактик в группах, сделанный ранее в [9].

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE RADIO EMISSION OF SPIRAL GALAXIES IN THE GROUPS OF GALAXIES

V. H. MALUMIAN

It has been shown that the spiral members of groups of galaxies are less luminous radiosources than the spiral members of the isolated double systems but they are more powerful radiosources than the isolated single spiral galaxies. This property of the members of groups does not depend on ranking of galaxies in groups. The radioemission among the first ranked spiral members of groups is observed not rarer than among the spiral members of pairs of galaxies and more often than among single spiral galaxies. The conclusion about the active role of the first ranked galaxies in groups made earlier is confirmed as well.

ЛИТЕРАТУРА

1. *J. T. Stocke*, *Astron. J.*, 83, 348, 1978.
2. *M. T. Adams, E. B. Jensen, J. T. Stocke*, *Astron. J.*, 85, 1010, 1980.
3. *Г. М. Томасян*, *Астрофизика*, 18, 227, 1982.
4. *E. Hummel*, *Astron. and Astrophys.*, 96, 111, 1981.
5. *J. J. Condon, L. L. Dressel*, *Astrophys. J.*, 221, 456, 1978.
6. *А. Р. Петросян*, *Астрон. ж.*, 81, 441, 1984.
7. *D. R. Altschuler, C. A. Pantoja*, *Astron. J.*, 89, 1531, 1984.
8. *В. Г. Малумян*, *Астрофизика*, 25, 19, 1986.
9. *Г. М. Томасян, Э. Ц. Шахбазян*, *Астрофизика*, 17, 265, 1981.
10. *E. L. Turner, J. R. Gott, III*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 32, 409, 1976.
11. *L. L. Dressel*, *Astrophys. J.*, 245, 25, 1981.
12. *D. R. Altschuler, R. Giovanelli, M. P. Haynes*, *Astron. J.*, 89, 1695, 1984.
13. *G. Cavazi, G. Trinchieri*, *Astron. and Astrophys.*, 97, 128, 1981.
14. *А. П. Маггесян*, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 57, 21, 1985.
15. *Г. М. Томасян*, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 40, 57, 1969.
16. *J. W. Sulentic*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 32, 171, 1976.
17. *J. M. Giola, L. Gregorini, G. Vetolani*, *Astron. and Astrophys.*, 96, 58, 1981.
18. *R. J. Hanisch*, *Astron. and Astrophys.*, 133, 192, 1984.
19. *N. Brosch, N. Krumm*, *Astron. and Astrophys.*, 132, 80, 1984.
20. *В. Е. Караченцева*, *Сообщ. Спец. астрофиз. обсерв. АН СССР*, 8, 3, 1973.
21. *И. Д. Караченцев*, *Сообщ. Спец. астрофиз. обсерв. АН СССР*, 7, 3, 1972.
22. *M. J. Geller, J. P. Huchra*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 61, 1983.
23. *L. L. Dressel, J. J. Condon*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 36, 53, 1978.
24. *P. Nilson*, *Uppsala General Catalogue of Galaxies, Acta Uppsaliensis, Ser. 5A*, 1, 1973.
25. *J. Huchra, M. Davis, D. Latham, J. Tonry*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 89, 1983.
26. *E. Hummel*, *Astron. and Astrophys.*, 93, 93, 1981.