АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 12 МАЙ, 1976 ВЫПУСК 2

ВЫБРОСЫ РАДИОИСТОЧНИКОВ ИЗ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

Г. М. ТОВМАСЯН, Э. Ц. ШАХБАЗЯН

Поступила 12 марта 1976

Исследование распределения радиоисточников молонгловских и парксовских каталогов [9—11] показало, что в окрестностях нормальных спиральных галактик, расположенных в области обзоров каталогов, наблюдается более высокая плотность радиоисточников по сравнению со средней плотностью фона. Наблюдаемое число радиоисточников на площадках с радиусом в 20′ вокруг спиральных галактик видимых величин в пределах 11^m—13^m от 2σ до 4σ превышает ожидаемое число, рассчитанное, исходя из средней плотности радиоисточников рассмотренных каталогов. В 14 других контрольных тестах отличие наблюдаемого количества радиоисточников от ожидаемого оказалось в пределах одного σ.

Таким образом, результаты данного исследования подтверждают сделанный ранее в работе [8] вывод о существовании в окрестностях 7—8% спиральных галактик физически связанных с ними радиоисточников.

Решение проблемы существования в окрестностях нормальных галактик радиоисточников, физически связанных с ними, имеет весьма важное значение, поскольку из доказательства наличия таких радиоисточников следовало бы, что и из обычных, нормальных галактик, так же как и из радиогалактик, происходит выброс радиоизлучающих облаков.

В работах [1—7], основанных на исследовании окрестностей очень небольшого числа галактик, были получены противоречивые результаты и они не привели к выяснению рассматриваемого вопроса. Между тем, в работе одного из авторов настоящей статьи [8] на основе исследования окрестностей около трехсот нормальных галактик довольно убедительно было показано, что в окрестностях около 7—8% из исследованных спиральных галактик имеются ассоциированные с ними одиночные радиоисточники, находящиеся на расстояниях до примерно 20′ от них. Отсюда следует, как на это указывают и Арп и др. [6], что при исследовании окрестностей небольшого числа галактик, как это было сделано в [1—7], невозможно об-

наружить наличие физически связанных с ними радиоисточников. Кроме того, необходимо, чтобы рассматриваемые галактики находились на приблизительно одинаковых расстояниях от нас. В работе [8], в которой были рассмотрены галактики, видимые фотографические звездные величины которых находятся, в основном, в пределах 11^m—13^m было показано, что обнаруженные близ галактик радиоисточники находятся от них на расстояниях от 10 до 100* *кпс*. При рассмотрении более ярких, и, потому, в среднем, более близких к нам галактик небольшой эффект повышения плотности радиоисточников в их окрестностях будет очень трудно заметить, поскольку физически связанные с ними радиоисточники будут находиться от них на больших угловых расстояниях.

Для проверки реальности существования радиоисточников, выброшенных из ядер спиральных галактик, мы воспользовались опубликованными за последнее время каталогами радиоисточников [9—10] на частоте 408 *Мгц*, а также [11—12] на частоте 2700 *Мгц*. Из пулковских каталогов мы выбрали указанные два из-за большей площади неба, охваченных наблюдениями при их составлении.

В молонглоском каталоге [10] включены радиоисточники, плотность потока которых превышает 0.25 *янский*. Однако выборка радиоисточников, включенных в каталог, полна для несколько более мощных радиоисточников и потому мы исключили при нашем рассмотрении радиоисточники с потоками меньше 0.3 *янский*. И хотя выборка радиоисточников в каталоге [9] полна для более слабых радиоисточников, мы и здесь, в целях соблюдения однородности материала, отбросили радиоисточники слабее 0.3 *янский*. Если принять, что средний спектральный индекс α радиоисточников равен 0.7, то минимальная плотность потока включенных в рассмотрение радиоисточников будет равна около 0.12 *янский* на частоте 1410 *Мгц*, что почти в 2.5 раза меньше минимальной плотности потока радиоисточников, обнаруженных в [8]. Средняя плотность рассмотренных в данной работе радиоисточников каталогов [9, 10] равна 1.48 радиоисточника на квадратный градус.

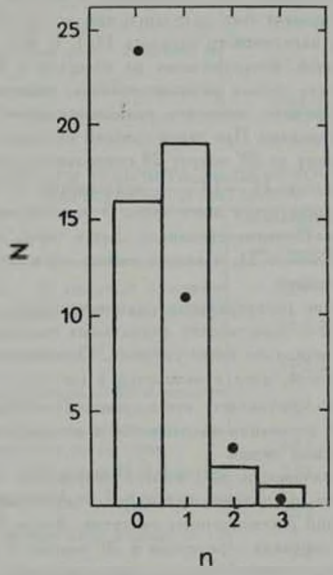
На площади неба в 0.464 стерадиана, охваченных наблюдениями в Молонгло, оказалось 38 спиральных галактик с видимыми фотографическими величинами в пределах 11^m—13^m. На площадках с радиусом в 20′ вокруг этих галактик оказалось 26 радиоисточников**. При этом не учтены 4 радиоисточника, расположенных на расстояниях до 2′ от центров галактик и непосредственно отождествляемых с ними. Расстояния этих 26 радиоисточников от соответствующих галактик превышают 6′ и они никак не могут быть отождествлены с ними. Исходя из средней плотности радиоисточни-

* В [8] в результате опечатки указано расстояние в 1000 *кпс*.

** Здесь и далее, где возможно, принимались во внимание координаты галактик, определенные в [13—14]. В противном случае использовались координаты из [15].

ков следовало ожидать, что на рассмотренной площади будет находиться 18 ± 4.3 радиоисточника. Следовательно, в окрестностях рассмотренных галактик оказалось 7—8 лишних радиоисточников по сравнению с ожидаемым при их случайном распределении.

К тому же выводу приводит и следующее рассмотрение. При случайном распределении радиоисточников следовало ожидать, что в среднем на каждой площадке с радиусом в 20′ должно находиться 0.5 радиоисточников. Тогда, по закону Пуассона можно подсчитать количество площадок, в которых не должно быть ни одного радиоисточника, должен быть один радиоисточник, два радиоисточника и т. д. и сопоставить полученные значения с реальными значениями, полученными из наблюдений. Результаты этих подсчетов приведены на рис. 1, на котором точками указаны ожидаемые коли-



чества площадок, а в виде гистограммы обнаруженные количества. Рассмотрение рисунка показывает, что количество площадок без радиоисточников явно меньше, а количество площадок с одним радиоисточником —

больше ожидаемого. Вероятность того, что отклонение наблюдаемых величин от ожидаемых является случайным, меньше 0.01.

Следует заметить, что полученный избыток в 7—8 радиоисточников достаточно хорошо совпадает с тем, который следовало ожидать согласно [8]. Поскольку только около 7—8% спиральных галактик с видимыми величинами в пределах 11^m—13^m могут иметь находящиеся на некотором расстоянии от них и физически связанные с ними одиночные радиоисточники, то следовало ожидать, что в окрестностях рассмотренных галактик по сравнению с фоном мы должны обнаружить избыток всего в три радиоисточника с плотностями потока, превышающими 0.3 *янский* на частоте 1410 *Мгц*. А так как минимальная плотность потока рассмотренных нами радиоисточников меньше около 2.5 раза, то количество ожидаемых избыточных радиоисточников должно быть, возможно, в два-три раза больше.

Аналогичный результат был получен и при исследовании распределения радиоисточников парксовского каталога [11]. В этот каталог включено 613 радиоисточников, обнаруженных на площади в 0.394 стерадиана. Минимальная плотность потока радиоисточников, включенных в каталог, равна 0.08 *янский*. Средняя плотность радиоисточников составляет 0.474 радиоисточника на стерадиан. При такой средней плотности следовало ожидать, что на расстояниях до 20′ вокруг 29 спиральных галактик с видимыми величинами в пределах 11^m—13^m, оказавшихся в области парксовского обзора, может находиться всего около 5 радиоисточников. А оказалось, что там имеется 15 радиоисточников. Здесь также не учтены радиоисточники (таких оказалось 2), непосредственно отождествленные с соответствующими галактиками.

Итак, рассмотрение распределения радиоисточников различных каталогов показывает, что в окрестностях спиральных галактик плотность радиоисточников фона несколько выше среднего. Однако это отклонение количества радиоисточников, хотя и находится в согласии с предсказанным в [8], не столь велико, составляет всего около 2σ—4σ ($\sigma = \sqrt{N}$), чтобы можно было только на основании наличия такого отклонения придавать ему определенный физический смысл.

Для проверки значимости полученного результата мы подсчитали число радиоисточников, расположенных на расстояниях от 20′ до 30′ и от 30′ до 40′ от положений рассмотренных галактик. Затем были подсчитаны радиоисточники на площадках с радиусом в 20′ вокруг 16 и 25 эллиптических галактик, тех же видимых величин, расположенных соответственно в областях молонглоского и парксовского обзоров. Кроме того, подсчеты радиоисточников были проведены на площадках, расположенных на 8^h к востоку и на 10^h к западу от галактик, расположенных в области молонглоского каталога, и на 2° к северу и к югу от галактик, расположенных в области парксовского каталога. Результаты всех подсчетов сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДСЧЕТА РАДИОИСТОЧНИКОВ МОЛОНГЛОВСКИХ КАТАЛОГОВ

	Ожидаемое количество радиоисточников	Наблюдаемое количество радиоисточников
Площадки с радиусом в 20′ вокруг 38 S-галактик	18 ± 4.3	26
Те же площадки, смещенные на 8^m к востоку от положений галактик	18 ± 4.3	18
Те же площадки, смещенные на 10^m к западу от положений галактик	18 ± 4.3	15
Кольца с внутренним радиусом в 20′ и внешним радиусом в 30′ вокруг тех же галактик	21 ± 4.6	17
Кольца с внутренним радиусом в 30′ и внешним радиусом в 40′ вокруг тех же галактик	28 ± 5.3	31
Площадки с радиусом в 20′ вокруг 16 E-галактик	8 ± 2.8	8
Те же площадки, смещенные на 8^m к востоку от положений галактик	8 ± 2.8	9
Те же площадки, смещенные на 10^m к западу от положений галактик	8 ± 2.8	10

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДСЧЕТА РАДИОИСТОЧНИКОВ ПАРКСОВСКОГО КАТАЛОГА

	Ожидаемое количество радиоисточников	Наблюдаемое количество радиоисточников
Площадки с радиусом в 20′ вокруг 29 S-галактик	5 ± 2.2	15
Те же площадки, смещенные на 2° к югу от положений галактик	5 ± 2.2	4
Те же площадки, смещенные на 2° к северу от положений галактик	5 ± 2.2	8
Кольца с внутренним радиусом в 20′ и внешним радиусом в 30′ вокруг тех же галактик	6 ± 2.5	9
Кольца с внутренним радиусом в 30′ и внешним радиусом в 40′ вокруг тех же галактик	8 ± 2.8	10
Площадки с радиусом в 20′ вокруг 25 E-галактик	4 ± 2	5
Те же площадки, смещенные на 2° к югу от положений галактик	4 ± 2	5
Те же площадки, смещенные на 2° к северу от положений галактик	4 ± 2	4

Рассмотрение таблиц показывает, что только в двух из 16 произведенных тестов наблюдается заметное, около 2σ и 4σ отклонение имеющегося количества радиоисточников от ожидаемого. Во всех остальных случаях отклонение в пределах σ. Это значительно повышает вес первых двух тестов и убеждает в правильности вывода, сделанного в [8] о том, что в окрестно-

стях некоторых спиральных галактик имеются физически связанные с ними радиоисточники.

В случае рассмотренного нами второго паркесовского каталога [12] был получен отрицательный результат — количество радиоисточников на расстояниях до 20′ от 58 спиральных галактик с теми же видимыми величинами оказалось в пределах ожидаемого. Это, по всей вероятности, объясняется небольшим количеством слабых радиоисточников, зарегистрированных в этом каталоге. Действительно, плотность радиоисточников каталога [12], равная 0.315, в полтора раза уступает плотности радиоисточников каталога [11].

Таким образом, полученные результаты достаточно убедительно показывают, что из обычных спиральных галактик возможны выбросы радиоизлучающих облаков и что, тем самым, спиральные галактики, по этому своему качеству, принципиально не отличаются от радиогалактик. Ядрам обоих типов галактик присуща одинаковая форма активности. Конечно, мощность излучения выброшенных из спиральных галактик радиоисточников значительно слабее.

Авторы выражают признательность М. А. Мнацаканяну за полезное обсуждение, С. Е. Нерсесяну и С. С. Мкртчяну за помощь при выполнении данной работы, а также Х. Арпу и А. Виллису за предоставление результатов их исследований до опубликования.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE EJECTIONS OF RADIO SOURCES FROM SPIRAL GALAXIES

H. M. TOVMASSIAN, E. Ts. SHAHBAZIAN

It is shown that the density of radio sources of the Molonglo [9, 10] and Parks [11] lists in the areas with radius of 20′ around spiral galaxies of visual photographic magnitudes in the limits of 11^m—13^m is somewhat more than the mean values of densities of radio sources in the considered lists. The observed number of radio sources in the immediate vicinities of galaxies exceeds by about 2σ and 4σ ($\sigma = \sqrt{N}$) the expected number of sources in the case of their random distribution. In 14 control tests (see Tables 1 and 2) the deflections of the real numbers of radio sources from the expected ones are within one σ. The obtained results support the conclusion made earlier [8] on the existance of radio sources in the vicinities of $7-8\%$ of spiral galaxies, physically associated with the latters.

ЛИТЕРАТУРА

1. *M. L. de Jong*, Ap. J., 142, 1336, 1965.
2. *M. L. de Jong*, Ap. J., 144, 555, 1966.
3. *O. de La Beaujardiere, J. Kazes, A. M. Le Squeren, Nguyen-Quang-Rieu*, Ann. d'Ap., 31, 389, 1968.
4. *H. Arp*, Ap. J., 183, 791, 1973.
5. *M. L. de Jong*, P.A.S.P., 86, 99, 1974.
6. *H. Arp, R. Carpenter, S. Gulkies, M. Klein*, Ap. J. (in press), 1975.
7. *A. G. Willis*, Astron. Astrophys (in press), 1476.
8. *Г. М. Товмасян*, Астрофизика, 4, 117, 1968.
9. *J. M. Davies, A. G. Little, B. Y. Mills*, Austr. J. Phys., Astrophys. Suppl. ser., No. 28, 1973.
10. *J. M. Sutton, J. M. Davies, A. G. Little, H. S. Murdoch*, Austr. J. Phys., Astrophys., Suppl. ser., No. 33, 1974.
11. *A. J. Shimmins*, Austr. J. Phys., Astrophys. Suppl. ser., No. 21, 1971.
12. *J. V. Wall, J. G. Bolton, A. E. Wright, A. Savage, J. Van der Hagen*, Austr. J. Phys. Astrophys. Suppl. ser., No. 39, 1976.
13. *L. Gallouet, N. Heidmann*, Astron. Astrophys. Suppl. ser., 3, 327, 1972.
14. *L. Gallouet, N. Heidmann, F. Dampierre*, Astron. Astrophys. Suppl. ser., 19, 1, 1975.
15. *G. de. Vaucouleurs* and *A. de Vaucouleurs*, Reference Catalogue of Bright Galaxies, 1964.