

УДК 524.7—77

ОБ АКТИВНОСТИ ЯДЕР ГАЛАКТИК В ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ

Г. М. ТОВМАСЯН

Поступила 20 сентября 1981

Показано, что у компонентов пар галактик компактные ядерные радиосточники встречаются около четырех раз чаще, чем у одиночных изолированных галактик. У компонентов двойных галактик также часто наблюдаются расщепленные, звездообразные и звездоподобные ядра (по бюраканской классификации [8—10]), находящиеся в активной фазе своего развития. Полученные результаты находятся в полном соответствии с концепцией В. А. Амбарцумяна об активности ядер галактик и их большой роли в образовании и эволюции галактик.

Нетепловое радионезлучение является одним из следствий открытого В. А. Амбарцумяном [1—3] явления активности ядер галактик. Наиболее мощное радионезлучение наблюдается, как известно, у квазаров. Оно, в среднем, несколько слабее у радиогалактик и еще слабее у сейфертовских галактик. В этом ряду на низшей ступени находятся так называемые нормальные галактики — спиральные и эллиптические. У спиральных галактик радионезлучение наиболее часто обнаруживается и, следовательно, относительно мощнее у тех галактик, у которых имеются оптические признаки активности их ядер [4—7]. Это галактики с расщепленными, звездообразными и звездоподобными ядрами, обозначенными баллами 2s, 5 и 4 по бюраканской классификации [8—10].

С другой стороны, исследование кратных галактик, выполненное В. А. Амбарцумяном [2, 3], указало на неустойчивость кратных галактик и позволило ему прийти к выводу о том, что компоненты двойных и кратных галактик образовались совместно.

Поэтому следовало бы ожидать, что во вновь сформировавшихся двойных галактиках должны наблюдаться и другие проявления активности их ядер и, в частности, — нетепловое радионезлучение.

Рассмотрение еще в 1969 г. автором данной работы частоты встречаемости радионезлучения у галактик, входящих в состав групп и двойных галактик, и у одиночных галактик [11] показало, что радионезлучение у

членов групп и двойных галактик наблюдается около трех раз чаще, чем у одиночных галактик. После этого Аллен и др. [12], Аллен и Салливан [13], Сулентик и Кафтан-Кассим [14] на сравнительно небольшом наблюдательном материале, а также Райт [15] не обнаружили различий в радиоизлучательной способности исследованных ими взаимодействующих пар, тесных групп и цепочек галактик, с одной стороны, и одиночных галактик, с другой стороны. Позже, однако, Сулентик [16], исследовавший радиоизлучение галактик из Атласа пекуляриных галактик Арпа [17], показал, что в кратных системах радиоизлучение наблюдается около трех раз чаще, чем у одиночных галактик. Сулентик указывал также, что такой же вывод следует и из данных Райта [15] при их правильном анализе. Затем, на основе статистического анализа данных о радиоизлучении около 600 двойных галактик, Сток [18] делает аналогичное заключение о том, что встречаемость радиоизлучения у тесных пар галактик около двух раз больше по сравнению с широкими парами и одиночными галактиками.

Во всех рассмотренных выше случаях данные о радиоизлучении галактик были получены при помощи радиотелескопов с относительно небольшим угловым разрешением, что в большинстве случаев не позволяло локализовать области радиоизлучения в наблюдаемых галактиках.

Опубликованный недавно Э. Хаммелом [19] обзор около 500 галактик, выполненный с помощью вестерборкского синтезированного радиотелескопа с угловым разрешением около $20''$, позволяющего выявлять компактные ядерные радиоисточники, дает возможность заново вернуться к проблеме частоты встречаемости радиоизлучения у двойных и одиночных галактик.

В настоящей работе представлены результаты подсчетов двойных и одиночных галактик, имеющих компактные (С), а также протяженные (Е) радиоисточники по данным [19]*. В качестве исходных были использованы каталог изолированных пар галактик Караченцева [21] и каталог одиночных галактик Караченцевой [22]. В каталоге двойных оказалось 46, а в каталоге одиночных галактик — 37 галактик, наблюдавшихся Хаммелом [19]. Среди наблюдавшихся 83 галактик только 7 галактик, входящих в состав пар, не являются спиральными, так что все обсуждаемые ниже результаты относятся, по существу, к спиральным галактикам.

Протяженные радиоисточники были обнаружены у 15 одиночных из 37 наблюдавшихся и у такого же числа галактик — членов двойных систем,

* Когда эта работа, в основном, была завершена, нами была получена статья Хаммела [20], посвященная той же проблеме и основанная на данных тех же радио-наблюдений [19]. Несмотря, однако, на то, что в обеих работах получены сходные результаты, мы все же решили опубликовать данную работу, во-первых, потому, что Хаммелом использованы другие списки двойных и одиночных галактик (неопубликованные списки ван Альбада), и, во-вторых, потому, что обсуждение полученных результатов дается нами в несколько ином аспекте.

но из 46 наблюдавшихся, т. е. у $40.5\% \pm 10\%$ и $32.6\% \pm 8.5\%$ соответственно (ошибки определены по \sqrt{n}). Как видим, в отношении наличия у них протяженных радиоисточников между обеими группами галактик почти нет разницы. Положение совершенно иное при рассмотрении компактных ядерных радиоисточников. В этом случае из наблюдавшихся 37 одиночных галактик компактные центральные радиоисточники были обнаружены только у 4, т. е. всего у 11% галактик. Из 46 же галактик, являющихся членами двойных систем, центральные радиоисточники были обнаружены у 20, т. е. у 43.5%. При учете только спиральных галактик процент с центральными радиоисточниками лишь несколько меньше — 38.5%. Таким образом, по сравнению с одиночными галактиками, у компонентов двойных галактик компактные радиоисточники наблюдаются около четырех раз чаще.

Результаты подсчетов сведены в табл. 1. В той же таблице приведены средние лучевые скорости соответствующих групп галактик. В скобках указано количество галактик, по которым проведено усреднение. Значения радиальных скоростей указывают, что галактики во всех четырех указанных группах находятся, в среднем, на одинаковых расстояниях. Иначе говоря, галактики без обнаруженных центральных радиоисточников в среднем находятся не дальше галактик, у которых таковые наблюдаются. Более того, среднее значение радиальных скоростей одиночных галактик без центральных радиоисточников даже наименьшее.

Таблица 1

	Процент галактик с радиоизлучением ядра (С)	Процент галактик с протяженным радиоизлучением (Е)	V_C (км/с)	V_E (км/с)
Двойные галактики	43.5 ± 10	32.6 ± 8.4	1237(18)	1194(22)
Одиночные галактики	10.8 ± 5.4	40.5 ± 10.5	1425(4)	1010(29)

Следует заметить, однако, что, как это следует из рассмотрения табл. 2, обе выборки галактик неполные — в интервалах с увеличивающимися радиальными скоростями количество исследованных галактик уменьшается. Но поскольку обе выборки галактик, как одиночных, так и двойных, одинаковым образом неполны, то это не может существенно сказаться на полученных результатах. Так, относительное число галактик с центральными компактными радиоисточниками заметно больше в случае членов двойных систем в каждом из трех рассмотренных интервалов радиальных скоростей.

Следует обратить внимание и на следующее обстоятельство. При относительно небольших линейных размерах протяженных радиоисточников такие радиоисточники с увеличением расстояний могут наблюдаться как

компактные с небольшими угловыми размерами. Поэтому, казалось бы, что с увеличением расстояний должно расти число галактик с наблюдаемыми в них компактными радиоисточниками и, соответственно, должно уменьшаться число галактик с протяженными радиоисточниками. Рассмотрение табл. 2 не указывает на наличие такого хода. Это означает, что при данном угловом разрешении радиотелескопа этот эффект в пределах тех расстояний, на которых находятся исследованные галактики, еще не сказывается и, следовательно, в основном, все обнаруженные компактные радиоисточники действительно являются ядерными.

Таблица 2

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ГАЛАКТИК С КОМПАКТНЫМИ (С)
И ПРОТЯЖЕННЫМИ (Е) РАДИОИСТОЧНИКАМИ

	($V < 1000$ км/с)	(1000 км/с $< V < 2000$ км/с)	($V > 2000$ км/с)
Двойные галактики			
С	5,16 = (31 ± 14) %	10,19 = (53 ± 17) %	4,8 = (50 ± 25) %
Е	5,16 = (31 ± 14) %	5,19 = (26 ± 12) %	4,8 = (50 ± 25) %
Одиночные галактики			
С	2,21 = (9,5 ± 7) %	3,10 = (30 ± 17) %	1,6 = (17 ± 17) %
Е	11,21 = (52 ± 17) %	1,10 = (10 ± 10) %	3,6 = (30 ± 29) %

Как уже указывалось выше [4—7], радиоизлучение в спиральных галактиках наблюдается большей частью при наличии оптических признаков активности их ядер, т. е. у тех галактик, у которых наблюдаются расщепленные, звездообразные и звездоподобные ядра с баллами 2, 5 и 4. И вот оказывается, что число таких галактик среди двойных заметно больше, чем среди одиночных. Среди членов рассмотренных двойных систем 18 галактик (40%) имеют, согласно Бюраканскому каталогу [23], активные ядра. Среди одиночных таких галактик 10 (27%). В случае же галактик без явных признаков активности, обозначаемых баллами 1, 2 и 3 по бюраканской классификации, положение обратное. Они составляют 73% среди одиночных и 54% среди двойных галактик.

Таким образом, большая частота встречаемости радиоизлучения в двойных галактиках по сравнению с одиночными, а, следовательно, и большая, в среднем, мощность радиоизлучения обусловлены тем, что первые, в полном соответствии с концепцией В. А. Амбарцумяна, более часто обладают активными ядрами.

Активное состояние ядра, как видим, выражается и в том, что его яркость увеличивается, и оно иногда, как в случае галактик с баллами 4 и 5, выделяется на достаточно ярком фоне центральных областей галактики. При недостаточно высокой яркости ядра его присутствие может выражаться, как это показано в [7], повышенном поверхностной яркости га-

дактики и может, очевидно, привести и к повышению интегральной яркости. Именно этим, по всей вероятности, может объясняться то, что средняя светимость галактик в двойных системах, как указано Хаммелом [20], выше (в звездных величинах на $0.^m4$) по сравнению с одиночными галактиками. Этим, по-видимому может объясняться и то, что (по данным настоящей работы) среди галактик, входящих в состав двойных, у одного из членов которых имеется компактный радиисточник, светимость у компонентов с компактными радиисточниками в среднем на ~ 0.5 звездной величины больше. Кроме того, как было показано Г. М. Товмасыном и Э. Ц. Шахбазяном [24], радиоизлучение заметно более часто наблюдается у первых по яркости галактик в группах галактик. Более того, как замечено было многими [15, 24—27], радиоизлучение с большей вероятностью обнаруживается у абсолютно более ярких галактик. Не исключено при этом, конечно, что более активное ядро способствует звездообразованию в галактике, что, в свою очередь, может приводить к увеличению яркости галактики. Известно [28, 29], например, что бурные процессы звездообразования происходят в имеющих активные ядра галактиках Маркаряна с избыточным ультрафиолетовым излучением. Такие же процессы звездообразования, как показано в [30], происходят и во взаимодействующих галактиках.

Таким образом, наличие радиоизлучения и большая яркость галактик являются, по всей видимости, различными проявлениями активности ядра, и поэтому при сравнении частоты встречаемости радиоизлучения у двойных и одиночных галактик, нам кажется, не следует вводить поправку за яркость галактик, как это сделано в работе [20], и, тем самым, искусственно занижать имеющееся различие. Отсутствие различий между двойными и одиночными галактиками при сравнении частоты встречаемости у них протяженных радиисточников убедительно говорит о том, что не гравитационное взаимодействие компонентов является причиной возбуждения этих радиисточников.

Гравитационное взаимодействие в двойных галактиках не может привести к образованию центральных компактных радиисточников, поскольку в противном случае возникает резонный вопрос: как же образовались такие же, правда, несколько менее мощные, радиисточники в одиночных галактиках? И ведь, в конце концов, не гравитационное воздействие обуславливает намного более мощное радиоизлучение радиогалактик и квазаров. Поскольку гравитационное воздействие не может обусловить само возбуждение центральных радиисточников, то это же гравитационное воздействие не может быть привлечено для объяснения обнаруженной Стоком [18] и Хаммелом [20] зависимости частоты встречаемости радиоизлучения от взаимного расстояния между компонентами двойных галактик. Если члены пар и групп галактик, образуются совместно [2, 3] и образуются в результате взрыва первоначального сверхплотного вещества,

то с увеличением возраста галактик и их удалением друг от друга, по всей видимости, убывает и активность их ядер. Следовательно, наблюдаемое уменьшение частоты встречаемости радионизлучения с увеличением расстояния между компонентами двойных галактик с не меньшим успехом может быть объяснено в рамках концепции В. А. Амбарцумяна.

Резюмируя, мы можем отметить, что вероятность обнаружения компактных ядерных радионисточников около четырех раз больше в случае галактик — членов пар галактик по сравнению с одиночными галактиками. Этот факт находится в полном соответствии с концепцией В. А. Амбарцумяна о роли активности ядер галактик в образовании и эволюции галактик.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE ACTIVITY OF NUCLEI IN DOUBLE SYSTEMS

H. M. TOVMASSIAN

It is shown that in components of pairs of galaxies compact nuclear radio sources are observed about four times more often than in isolated galaxies. Components of double galaxies often have also split, stellar or semistellar nuclei (according to the Byurakan classification [8–10]), which are in an active stage of their evolution. The obtained results are in full accord with Ambartsumian's conception on the activity of the nuclei of galaxies and on their essential role in the formation and evolution of galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Изв. АН Арм. ССР, сер. ФМЕТ наук, 9, 23, 1956.
2. В. А. Амбарцумян, Изв. АН Арм. ССР, сер. физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.
3. V. A. Ambartsumian, A. J., 66, 536, 1961.
4. Г. М. Товмасын, Астрофизика, 2, 419, 1966.
5. Г. М. Товмасын, Астрофизика, 3, 555, 1967.
6. H. M. Tovmassian, Ap. J., 178, L47, 1972.
7. Г. М. Товмасын, Астрофизика, 18, 25, 1981.
8. А. Т. Калоянцян, Г. М. Товмасын, Сообщ. Бюраканской обс., 38, 31, 1964.
9. Г. М. Товмасын, Астрофизика, 2, 317, 1966.
10. V. A. Ambartsumian, Transactions of the IAU, 12B, 578, 1966.
11. Г. М. Товмасын, Сообщ. Бюраканской обс., 40, 57, 1969.
12. R. J. Allen, R. D. Ekers, B. F. Burke, G. K. Mlag, Nature, 241, 260, 1973.
13. R. J. Allen, W. T. Sullivan, Astron. Astrophys., 25, 187, 1973.
14. J. M. Sulentic, M. A. Kaftan Kassim, Ap. J., 182, L17, 1973.

15. *A. E. Wright*, *M. N.*, 167, 251, 1974.
16. *J. W. Sulentic*, *Ap. J. Suppl. ser.*, 32, 171, 1976.
17. *H. Arp*, *Atlas of Peculiar Galaxies*, Pasadena, 1966.
18. *J. T. Stocke*, *A. J.*, 83, 348, 1978.
19. *E. Hummel*, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 41, 151, 1980.
20. *E. Hummel*, *Astron. Astrophys.*, 96, 111, 1981.
21. *Н. Д. Караченцева*, *Сообщ. САО*, 7, 3, 1972.
22. *В. Е. Караченцева*, *Сообщ. САО*, 8, 3, 1973.
23. *Сообщ. Бюраканской обс.*, 47, 43, 1975.
24. *Г. М. Товмасын, Э. Ц. Шахбазян*, *Астрофизика*, 17, 265, 1981.
25. *M. J. Cameron*, *M. N.*, 152, 403, 429, 499, 1971.
26. *A. F. Wright*, *M. N.*, 167, 273, 1974.
27. *E. Hummel*, *Astron. Astrophys.*, 93, 93, 1981.
28. *W. L. W. Sargent*, *Ap. J.*, 159, 765, 1970.
29. *К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян*, *Астрофизика*, 11, 207, 1975.
30. *R. B. Larson, B. H. Tinsley*, *Ap. J.*, 219, 46, 1978.