Г. М. ТОВМАСЯН

О ФОРМАХ АКТИВНОСТИ ГАЛАКТИК С ИЗБЫТОЧНЫМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Рассмотрены формы активности галактик с избыточным УФ излучением. Показано, что активность ядер этих галактик имеет следующие три наиболее вероятные формы:

1. *Сейфертовская форма активности*, характерная для приблизительно 10% галактик с УФ избытком. Эта форма активности сопровождается извержением из ядер значительных масс газа, сильным ИК излучением и в некоторых случаях сравнительно сильным радионизлучением, которое в отличие от радиогалактик, исходит из самих ядер. Ранее было высказано предположение [19], что галактики типа Sy 1 находятся, вероятно, на более ранней фазе эволюции, чем галактики типа Sy 2.

2. *Наличие относительного сильного нетеплового радионизлучения*, наблюдаемого у ~3% галактик с УФ избытком.

3. Наиболее часто встречаемой формой активности у рассматриваемых галактик, является *наличие избыточного ультрафиолетового излучения в основном тепловой природы*. Оно обусловлено присутствием большого количества OB-звезд в этих галактиках и свидетельствует о протекании бурных процессов звездообразования в них.

В рамках открытого В. А. Амбарцумяном [1—4] явления активности ядер галактик было дано и объяснение мощного радионизлучения радиогалактик. Для объяснения феномена ядерной активности В. А. Амбарцумян предполагал существование в ядрах галактик огромных количеств гипотетической сверхплотной протозвездной материи, той же материи, взрывы которой приводят к формированию звезд в звездных ассоциациях [5] и обуславливают вспышки яркости вспыхивающих звезд и звезд типа Т Тельца [6].

В. А. Амбарцумяном было указано, что одной из форм проявления ядерной активности является наличие ультрафиолетового (УФ), избыточного излучения в спектрах галактик, которое было характерно для радиогалактик и квазаров. В Бюраканской астрофизической обсерватории была поставлена задача выяснить, имеется ли избыточное УФ излучение в спектрах нормальных галактик, галактик, не имеющих мощного радионизлучения. Предпринятый в середине 60-х гг. обзор неба с метровым телескопом Шмидта в сочетании с объективными призмами привел к обнаружению около 1500 галактик (до приблизительно 17^m видимой звездной величины) с УФ избытком. Галактики, списки которых были составлены Б. Е. Маркаряном с сотрудниками [7—9], известны теперь как галактики Маркаряна. Несколько сот таких же галактик были обнаружены М. А. Казаряном и Э. С. Казарян [10, 11].

В настоящей работе обсуждаются возможные формы проявления активности ядер галактик с избыточным УФ излучением.

Детальное спектральное исследование показало, что некоторые из объектов в списках галактик с избыточным УФ излучением оказались квазизвездными объектами и объектами типа BL Lac. Кроме

того, среди галактик с избыточным УФ излучением было открыто большинство известных к настоящему времени сейфертовских галактик. Присутствие квазизвездных объектов, объектов типа BL Lac и сейфертовских галактик среди галактик с избыточным УФ излучением с определенностью показывает, что в ядрах некоторых из них протекают бурные активные процессы. И поскольку радиоизлучение является одним из ярких проявлений ядерной активности, то было интересно выяснить, имеют ли эти галактики, подобно радиогалактикам, радиоизлучение. Первый обзор радиоизлучения галактик Маркаряна был выполнен Р. Шрамеком и Г. М. Товмасыном на длине волны 6 см [12]. Было обнаружено около 500 галактик из первых пяти списков [7, 8 а, 6]. О результатах радионаблюдений нескольких сотен галактик Маркаряна из последующих списков ([8 в-е, 9 а, 6] сообщается в работах [13—15].

В первом обзоре [12] с предельным потоком обнаружения в 20—30 мЯн радиоизлучение было обнаружено от 26* галактик из 506 наблюдававшихся. Так что, только около 5% галактик первых пяти списков имеют измеримое радиоизлучение с потоком, превышающим 20—30 мЯн на длине волны 6 см. В более поздних обзорах процент обнаруживаемости радиоизлучения оказался меньше. Так, из 464 наблюдававшихся галактик списков 7—11 [8 г-е, 9 а, 6] радиоизлучение на 11 см с предельным потоком в 30 мЯн было обнаружено всего от 14 галактик [15], хотя на основе данных первого обзора [12] ожидалось, что радионисточники будут обнаружены в 43 ± 7 или, по крайней мере, в 27 ± 6 галактиках [15]. Относительно меньшее количество радиоизлучающих галактик среди галактик последних списков обусловлено, возможно, относительно меньшим количеством среди них галактик с очень сильным УФ избытком [17].

Итак при радиообзоре 1110 галактик радиоизлучение было обнаружено у 46 галактик или всего у 4.1%. Среди объектов с радиоизлучением оказалось 15 сейфертовских галактик, 4 объекта типа BL Lac и один QSO. С исключением этих последних объектов относительное количество радиоизлучающих объектов среди остальных галактик с УФ избытком оказывается меньше 0.03. Наличие теплого радиоизлучения у этих галактик с определенностью говорит о том, что в них протекают активные процессы, сходные с таковыми в радиогалактиках, в меньших, однако, масштабах.

В работе [15] было оценено среднее значение плотности потока на 11 см галактик Маркаряна с необнаруженным радиоизлучением, оказавшееся равным 2.2 ± 0.6 мЯн. Это почти на два порядка больше того потока, который бы давал тепловой источник типа 30 Золотой Рыбы с потоком в 30 Ян на 11 см [18], будучи удаленным на расстоянии в 50 Мпк, которое может быть принято, как среднее расстояние галактик Маркаряна. Так что, очевидно, что оцененный средний поток от галактик с необнаруженным радиоизлучением не может быть обусловлен тепловым излучением источников типа 30 Золотой Рыбы. Для этого потребовалось бы около сотни таких выдающихся обла-

* Хотя и в работе [12] приводится список 28 галактик с обнаруженным радиоизлучением, в двух случаях отождествление является, по всей видимости, ложным. Более поздние наблюдения [15] показали, что радионисточники, отождествленные с объектами Маркаряна 377 и Маркаряна 396, смещены от положений этих объектов а 2'.5 и 1'.5 соответственно. Кроме того, согласно Д. Уилсу и Б. Уилсу [16], оба эти объекта являются не галактиками, а, вероятно, карликовыми звездами типа DA.

стей в одной галактике. Хотя и в некоторых галактиках были обнаружены очень яркие объекты со светимостями, превышающими светимость 30 Золотой Рыбы до 100 или даже более раз [19—21], вряд ли это является распространенным феноменом. Следовательно, оцененное среднее значение плотности потока от галактик Маркаряна с необнаруженным радиоизлучением, вероятнее всего, обусловлено слабым нетепловым излучением некоторых из них. Так что активные процессы меньшего масштаба, проявляемые в радиодиапазоне, идут, возможно, и в ряде других галактик с УФ избытком.

Подавляющее же большинство галактик с УФ избытком, не проявляющих иных признаков активности (признаки сейфертовских галактик, объектов типа BL Lac), не имеют измеримого радиоизлучения. Этот факт говорит о том, что наблюдаемое ультрафиолетовое избыточное излучение этих галактик вероятнее всего не имеет нетепловой природы и обусловлено, главным образом, большим количеством в них горячих звезд. Иначе говоря, в этих галактиках идут бурные процессы звездообразования. Большей частью такие процессы идут, по-видимому, в ядерных областях галактик. Иногда же процессы звездообразования могут захватывать весь объем галактики. Этот вывод находится в согласии с результатами оптического исследования этих галактик. Так, исходя из сходства спектров диффузных галактик типов d—ds со спектрами компактных звездных ассоциаций и сверхассоциаций Б. Е. Маркарян [22] заключил, что эти галактики являются, вероятно, в целом конгломератами голубых гигантов и газа и являются, тем самым, молодыми объектами. С другой стороны, как было показано К. А. Саакян и Э. Е. Хачикяном [19], некоторые из галактик Маркаряна низкой светимости являются сверхассоциациями* в составе ряда ближайших спиральных галактик.

Таким образом, процессы звездообразования в галактиках Маркаряна идут либо в их ядерных областях, либо, в случае галактик низкой светимости, во всем их объеме. Некоторые же из галактик Маркаряна низкой светимости оказались просто сверхассоциациями в составе других галактик. И в этом случае мы, бесспорно, имеем дело с процессами звездообразования. Идея о том, что в ряде галактик Маркаряна идут интенсивные процессы звездообразования, стала в последние годы весьма распространенной [24—26].

Исходя из того, что некоторые из объектов списков Маркаряна оказались сверхассоциациями в составе более крупных по размерам галактик, галактики низкой светимости со сходными спектральными характеристиками начали называться изолированными сверхассоциациями. Введение этого термина нам кажется излишним, поскольку любые изолированные звездные системы, независимо от их светимостей и линейных размеров, уже давно принято называть галактиками.

Среди наблюдавшихся в радиообзорах галактик с УФ избытком оказалось 122 галактики сейфертовского типа. Об активных процессах, идущих в ядрах этих галактик, говорят уже наблюдаемые в их спектрах достаточно широкие и яркие эмиссионные линии, а также достаточно сильное ИК излучение, возможно нетепловой природы [27]. И интересно, что 15 из обнаруженных галактик с радиоизлучением оказались сейфертовскими, т. е. процент радиоизлучающих га-

* Термин сверхассоциация был введен В. А. Амбарцумяном с сотрудниками [23] еще в 1963 г. после открытия и изучения объектов типа 30 Дорадос в спиральных галактиках. Вместо термина сверхассоциация в последнее время в литературе нередко употребляется термин гигантская III область.

лактик среди них, (12%) оказался заметно более высоким, чем среди ординарных галактик с УФ избытком. Так что, кроме явных оптических признаков активных процессов в сейфертовских галактиках, о таких же процессах свидетельствует наличие у них сравнительно мощного нетеплового радиоизлучения. Следует заметить, что наблюдения ряда сейфертовских галактик, выполненные с большей чувствительностью, обнаружили слабое радиоизлучение еще у многих из них [28—30].

По мощности своего радиоизлучения сейфертовские галактики находятся между нормальными спиральными галактиками и радиогалактиками. Кроме того, от радиогалактик с широкими эмиссионными линиями в оптическом спектре их отличает и структура радиосточников. Если в радиогалактиках мощное радиоизлучение исходит обычно от двух облаков релятивистских электронов, симметрично расположенных относительно самой галактики, то более слабое радиоизлучение сейфертовских галактик исходит из их ядерных областей.

Таким образом, если исключить из списков галактик Маркаряна объекты типа BL Lac и квазизвездные объекты, то просто в галактиках с избыточным УФ излучением мы встречаемся, вероятно, со следующими тремя формами проявления активности.

1. *Сейфертовская форма активности*, наблюдаемая у $\sim 10\%$ галактик с УФ избытком. Эта форма сопровождается извержением из ядер галактик значительных масс газа, достаточно сильным ИК излучением, а в некоторых случаях и относительно сильным нетепловым радиоизлучением. Исходя из различия в морфологии, спектре и радиоизлучательных свойствах галактик сейфертовского типа, в работе [19] было сделано предположение о том, что галактики типа Sy 1 по сравнению с галактиками типа Sy 2 представляют, возможно, более раннюю фазу своего развития.

2. *Наличие относительно мощного радиоизлучения нетепловой природы*. Проявляется у очень небольшого количества ($\approx 3\%$) галактик с УФ избытком. В этих галактиках УФ избыток может частично или даже полностью иметь нетепловую природу.

3. Наиболее характерной формой активности рассматриваемых галактик является *наличие ультрафиолетового избыточного излучения в спектре*, имеющего тепловой характер и обусловленного относительно большим количеством горячих звезд типов OB в этих галактиках, что говорит, очевидно, о бурных процессах звездообразования в них. В большинстве галактик с УФ избытком такие процессы имеют место, в основном, в ядерных областях. В некоторых случаях УФ избыток обусловлен, видимо, наличием нескольких сверхассоциаций в составе галактики. В некоторых галактиках низкой поверхностной яркости процессы звездообразования протекают в объеме почти всей галактики. Это либо вообще молодые галактики, либо в наблюдаемую эпоху у них по какой-то причине началось интенсивное звездообразование. Некоторые же из галактик из списков Маркаряна являются попросту сверхассоциациями в составе других галактик, т. е. в последних галактиках процессы звездообразования протекают только в ограниченных областях их объема, зачастую расположенных на их периферии.

В заключение отметим, что ситуация в галактиках с УФ избытком сходна с ситуацией в галактиках вообще, и в квазизвездных объектах. Во всех них форма бурной ядерной активности, сопровождаемая мощным радиоизлучением, встречается намного более редко, чем менее бурные формы активности.

10 октября 1985 г.

2. Մ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ

ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԱՎԵԼՅՈՒԿ ՃԱՌԱԳԱՏԹՈՒՄՈՎ
ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՁԵՎԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Քննարկված են գերմանուշակ ավելցուկ ճառագայթում ունեցող գալակտիկաների կորիզների ակտիվության ձևերը: Ցույց է տրված, որ այս գալակտիկաների կորիզների ակտիվությունն ունի հետևյալ երեք ամենահավանական արտահայտումները՝

1. Ակտիվության սեյֆերտյան ձևը, որը հատուկ է գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների շուրջ 10 տոկոսին: Ակտիվության այս ձևը զուգորդվում է կորիզից գազի հսկայական զանգվածների արտավիժումով, հզոր իԿ—ճառագայթմամբ և, որոշ դեպքերում՝ ոչ ջերմային ռնույթի համեմատաբար հզոր ռադիոճառագայթմամբ, որը, ի տարբերություն ռադիոգալակտիկաների՝ դիտվում է այս գալակտիկաների հինգ կորիզներում:

Ինչպես արդեն ենթադրվել էր [19], Sy 1 տիպի գալակտիկաները հավանաբար գտնվում են զարգացման ավելի վաղ փուլում, քան Sy 2 տիպի գալակտիկաները:

2. Համեմատաբար հզոր ռադիոճառագայթման առկայությամբ, որը հատուկ է քննարկվող գալակտիկաների շուրջ 3 տոկոսին:

3. Քննարկվող գալակտիկաների ակտիվության ամենատարածված ձևը հիմնականում ջերմային ռնույթի գերմանուշակ ավելցուկ ճառագայթումն է: Այն պայմանավորված է այդ գալակտիկաներում մեծ թվով ՕԵ տիպի աստղերի առկայությամբ և վկայում է զբանջում բուռն աստղառաջացման պրոցեսների մասին:

Դ. Մ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ

ON THE FORMS OF ACTIVITY OF GALAXIES WITH
UV-EXCESS

The forms of activity of the nuclei of galaxies with UV-excess is considered. It is shown that most probable manifestations of nuclear activity of these galaxies are the following three forms:

1. **The Seyfert form of activity** which is characteristic to about 10% of UV-excess galaxies. This form of activity is accompanied with ejection of appreciable amount of gas from nuclei, with a strong IR—emission and in some cases with comparatively strong radio emission which, unlike to radio galaxies, is observed in the very nuclei of them. As it was suggested [19] the Sy I galaxies are probably in an earlier phase of evolution than Sy 2 galaxies.

2. **The presence of comparatively strong non—thermal radio emission**, which occurs in about 3% of UV—excess galaxies.

3. The most common form of activity of the considered galaxies is the presence of excess ultraviolet emission of mainly thermal nature. It is due to a large number of OB stars in these galaxies and evidences on a high star-burst rate in them.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Труды V совещания по вопросам космогонии, М., 1956, с. 413.
2. В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, 11, 9, 1958.
3. V. A. *Ambartsumian*, *Astron. J.*, 66, 536, 1961.
4. V. A. *Ambartsumian*, *Fonticinal Academiatal Scientiarum Scripta. Vatican*, 35, 9, 1971.
5. В. А. Амбарцумян, Эволюция звезд и астрофизика, Изд-во АН АрмССР, 1947.
6. В. А. Амбарцумян, Сообщ. Бюраканской обс., 13, 3, 1954.
7. Б. Е. Маркарян, Астрофизика, а) 3 55, 1967; б) 5, 413, 1969; в) 5, 581, 1969.
8. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Астрофизика, а) 7, 571, 1971; б) 8, 155, 1972; в) 9, 487, 1973; г) 9, 307, 1974; д) 12, 389, 1976; е) 12, 657, 1976.
9. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, Астрофизика, а) 13, 225, 1977; б) 13, 397, 1977; в) 15, 201, 1979; г) 15, 363, 1979; д) 15, 549, 1979; е) 16, 609, 1980.
10. М. А. Казарян, Астрофизика, а) 15, 5, 1979; б) 15, 193, 1979.
11. М. А. Казарян, Э. С. Казарян, Астрофизика, а) 16, 17, 1980; б) 18, 512, 1982; в) 19, 213, 1983.
12. R. A. *Sramek*, H. M. *Tomassian*, *Astrophys. J.*, 196, 339, 1975.
13. J. W. *Salentic*, *Astron. J.*, 91, 582, 1976.
14. G. *Kojolan*, D. *Dickinson*, H. M. *Tomassian*, A. St. C. *Dinger*, *Astron. J.* 85, 1462, 1980.
15. H. M. *Tomassian*, W. A. *Sherwood*, V. E. *Sherwood*, G. V. *Schultz*, C. J. *Salter*, H. E. *Matthews*. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 58 3.7, 1984.
16. D. *Wills*, B. J. *Wills*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 167, 79p, 1974.
17. Г. М. Томасян, Сообщ. Бюраканской обс., 55, 58, 1984.
18. R. X. *McGee*, J. W. *Brooks*, R. A. *Batchelor*, *Austral. J. Phys.*, 25, 613, 1972.
19. К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 11, 207, 1975.
20. P. *Venvenuti*, C. *Casini*, J. *Haldman*, *Nature*, 282, 272, 1979.
21. А. Р. Петросян, К. А. Саакян, Э. Е. Хачикян, Астрофизика, 19, 619, 1983.
22. Б. Е. Маркарян, Астрофизика, 8, 165, 1972.
23. В. А. Амбарцумян, С. Г. Искубарян, Р. К. Шахбизян, Сообщ. Бюраканской обс., 33, 3, 1963.
24. J. P. *Huchra*, *Astrophys. J.*, 217, 928, 1977.
25. F. R. *Feldman*, D. W. *Weedman*, V. A. *Balzano*, L. W. *Ramsey*, *Astrophys. J.* 256, 427, 1982.
26. V. A. *Balzano*, *Astrophys. J.*, 268, 602, 1983.
27. A. G. *de Bruyn*, A. G. *Wills*, *Astron. Astrophys.*, 33, 351, 1974.
28. A. G. *de Bruyn*, A. S. *Wilson*, *Astron. Astrophys.*, 53, 93, 1976.
29. E. J. A. *Meurs*, A. S. *Wilson*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 45, 99, 1981.
30. В. А. Санамян, Р. А. Кандилян, Астрофизика, а) 14, 625, 1978; б) 15, 701, 1979; в) 16, 425, 1980.