АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 14 НОЯБРЬ, 1978 ВЫПУСК 4

УДК 523.164.4

НАБЛЮДЕНИЯ РЯДА ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600

В. А. САНАМЯН, Р. А. КАНДАЛЯН

Поступила 24 мая 1978

Приводятся результаты первых наблюдений галактик с ультрафиолетовым избытком в излучении, проведенных на радиотелескопе РАТАН-600 в интервале частот 2.3—14.4 *Гц*.

Введение. Наиболее общими физическими особенностями галактик Маркаряна является наличие ультрафиолетового избытка в спектре излучения и эмиссионных линий высокого возбуждения [1—2]. Они в целом относятся к интересному и активному классу объектов Вселенной, чем и обусловлено проявление разностороннего интереса астрономов к ним. И поскольку наличие радиоизлучения является одним из признаков, связанных с активностью ядер галактик, то с первых же дней их открытия галактики Маркаряна вызвали интерес и у радиоастрономов. В широком интервале радиочастот уже наблюдались почти все галактики, вошедшие в первые шесть списков Маркаряна [3—8].

После ввода в строй крупного, многоволнового радиотелескопа РАТАН-600 с высоким угловым разрешением [9], изучение галактик с ультрафиолетовым континуумом стало одной из основных задач научной программы телескопа. В настоящей статье приводятся результаты пробных наблюдений ряда галактик Маркаряна, проведенных на северном секторе радиотелескопа РАТАН-600 в конце 1976 г. и в июне 1977 г. Для этих наблюдений было выбрано небольшое число галактик, некоторые из них (Маркарян 314, 348, 501, 514 и 538) — ранее известные радиоисточники. Галактики Маркарян 504, 626, 653 и 700 из списков 5 и 7 [10, 11] наблюдались впервые.

Методы наблюдений. Наблюдения одновременно проводились на частотах 2.3, 3.66, 7.7 и 14.4 *Гц* (13, 8.2, 3.9 и 2.08 *см* соответственно). На радиотелескопе РАТАН-600 предусмотрена возможность слежения за радиоисточником в течение 1.5 *мин*, путем скольжения каретки с рупорами вдоль фокальной линии второго зеркала антенны [12] .Однако в настоящее время такое накопление можно осуществлять только на одной частоте (не на всех частотах одновременно). По этой причине было решено на первый раз ограничиться, как правило, лишь регистрацией сигнала в момент прохождения источника через диаграмму направленности антенны для данной волны. Методом слежения наблюдались лишь Маркарян 314 и 504 на длине волны 3.9 *см*. Для длин волн 8.2 и 13 *см* вдоль фокальной линии зеркала облучателя помещены по одному рабочему рупору и рупору-эквиваленту, направленному в область Полярной звезды. На длинах же волн 2.08 и 3.9 *см* радиоисточник последовательно проходит через два идентичных рабочих рупора, центры которых смещены от фокальной плоскости на 40 и 90 *мм* соответственно. Поскольку длина волны 8.2 *см* соответствует примерно середине охваченного нами интервала длин волн, а эффективная площадь северного сектора антенны на этой волне наибольшая и поскольку радиометр на этой волне самый чувствительный, то полученные с ним данные мы считали решающими при оценке наличия или отсутствия детектируемого радиоизлучения.

Каждая галактика наблюдалась не менее чем два раза, т. е. прохождение источника записывалось, по меньшей мере, два раза при однорупорной системе облучения и четыре раза — при двухрупорной системе.

Переход от антенной температуры к плотности потока осуществлялся с помощью калибровочной кривой, построенной на основе наблюдений опорных источников. Для данной серии наблюдений в качестве опорных источников использовались 3С 161, 3С 286, Гидра А и Дева А.

Результаты наблюдений и их интерпретация. Усредненные результаты радионаблюдений для 9 галактик Маркаряна приведены в табл. 1. В ее столбцах последовательно даны: 1 — номер галактики в списках Маркаряна, 2, 3, 4, 5, 6 — усредненные значения и среднеквадратичные ошибки измерения потока в янских, для частот 0.327, 2.3, 3.66, 7.7 и 14.4 *Гц* соответственно. В тех случаях, когда сигнал не превышал утроенного значения величины среднеквадратичного отклонения выходных шумов радиометра, оценивались лишь верхние пределы потока на частоте 3.66 *Гц* (8.2 *см*); 7 — расстояние (*Мпс*), 8 — величины радиосветимостей (L_ν) для длины волны 8.2 *см* в единицах *вт/гц стер*, для тех галактик, потоки которых удалось оценить и красное смещение которых известно. При вычислении расстояний постоянная Хаббла принималась равной 75 *км/сек Мпс*. 9 — примечание о типах галактик.

Таблица 1

Номер галактики	Значения потоков (в янских) в полосе частот 0.327—14.4 *Гц*					Расстояние (*Мпс*)	$L_p \cdot 10^{-24}$	Примечание
	0.327	2.3	3.66	7.7	14.4			
314	0.6	—	—	<0.04	—	24		
348	—	—	0.28 ± 0.04	0.39 ± 0.08	—	56	10	Переменный Сейферт
501	—	1.45 ± 0.11	1.25 ± 0.08	1.20 ± 0.08	0.78 ± 0.22	135	260	BL Lac
504	0.80 ± 0.24	—	—	0.06 ± 0.02	—	148	—	Сейферт
514	—	0.5	0.30 ± 0.04	0.16 ± 0.03	—	—	—	
538	—	—	0.08 ± 0.01	0.08	—	40	1.5	Переменный
626	—	—	0.06	—	—	—	—	
653	—	—	0.06	—	—	—	—	
700	—	—	0.06	—	—	140	—	Сейферт

На рис. 1 приведены спектральные кривые для интервала частот 1.4—14.4 *Гц*. При их составлении, кроме наших данных (заполненные

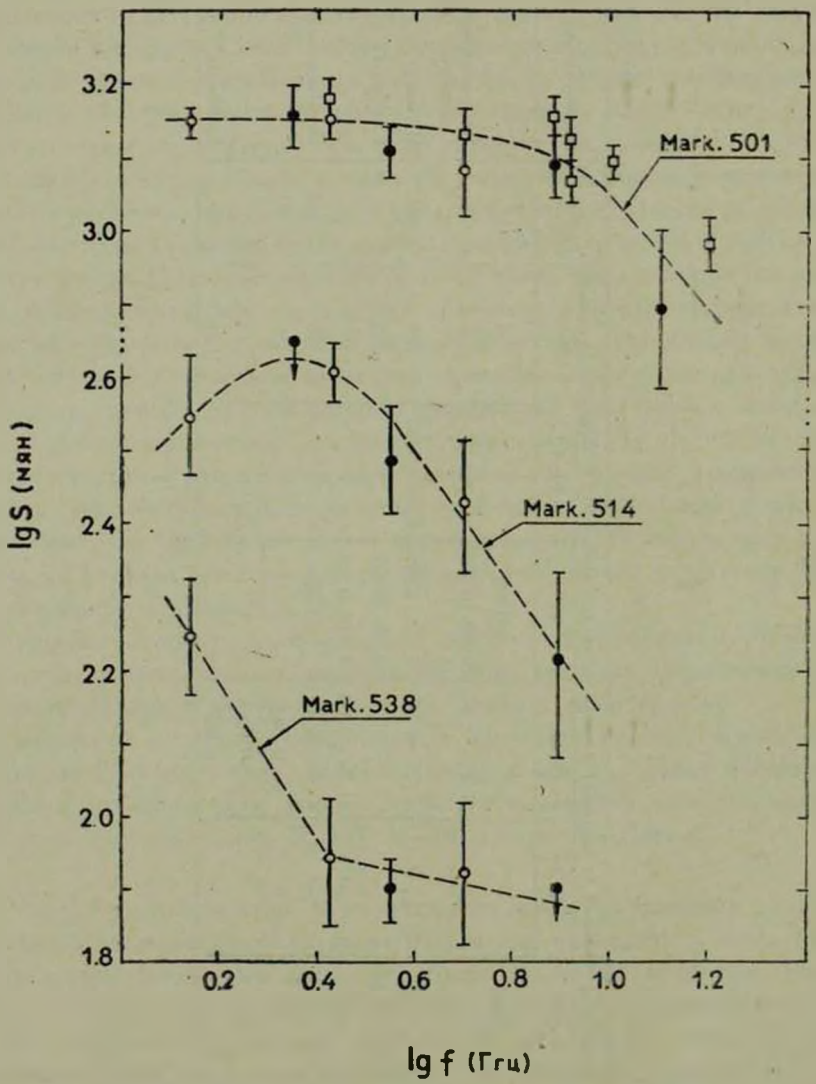

Рис. 1. Спектральные кривые галактик Маркарян 501, 514 и 538 для интервала частот 1.4—14.4 *Гц*. Заполненные кружки—наши данные, открытые кружки—данные из [8], открытые квадраты — из [5, 6], заполненные квадраты — из [7].

кружки), использовались данные Р. А. Шрамека, Г. М. Товмасяна (квадраты) [5, 6] и В. Ж. Сулентика (кружки) [8]. При составлении спектров Маркарян 314 и 504 использовались также неопубликованные данные наблюдений на частоте 327 *Мгц*, проведенных одним из авторов (В. А. С.)

на индийском радиотелескопе. Для Маркарян 504 величина потока на этой частоте составляла 0.8 ± 0.24 *янских*, а поток Маркарян 314 не превышал 0.6 *янских*. Точки со стрелками вниз соответствуют тем случаям, когда оценивались лишь верхние пределы потоков.

Полученные нами данные для Маркарян 348, 501, 514 и 538 достаточно хорошо согласуются с ранее полученными [5, 6, 8]. В частности, спектр Маркарян 514 в интервале частот $2.7 \div 7.7$ *Гц* прямолинейный, с характерным для синхротронного излучения спектральным индексом $\alpha = 0.81$. На частоте 2.3 *Гц* спектр этого источника показывает заметный завал. Имеющиеся данные для Маркарян 538 на частотах < 2.5 *Гц* недостаточны, чтобы точно оценить его спектр. Однако, если только измеренный поток на частоте 1.4 *Гц* не преувеличенный, тогда радиоспектр этой галактики достаточно крутой в интервале частот 1.4—2.7 *Гц* ($\alpha = 1.04$) и очень пологий для более высоких частот ($\alpha = 0.1$). Это свидетельствует о сложной структуре радиоисточника в этой галактике.

Сложнее произвести анализ спектра галактики Маркарян 348, поскольку радиоисточник в ней переменный [7]. Приближенную временную зависимость изменения плотности потока этого источника можно оценить из графика на рис. 2. На графике точки, квадраты и кружки, как и на рис. 1,

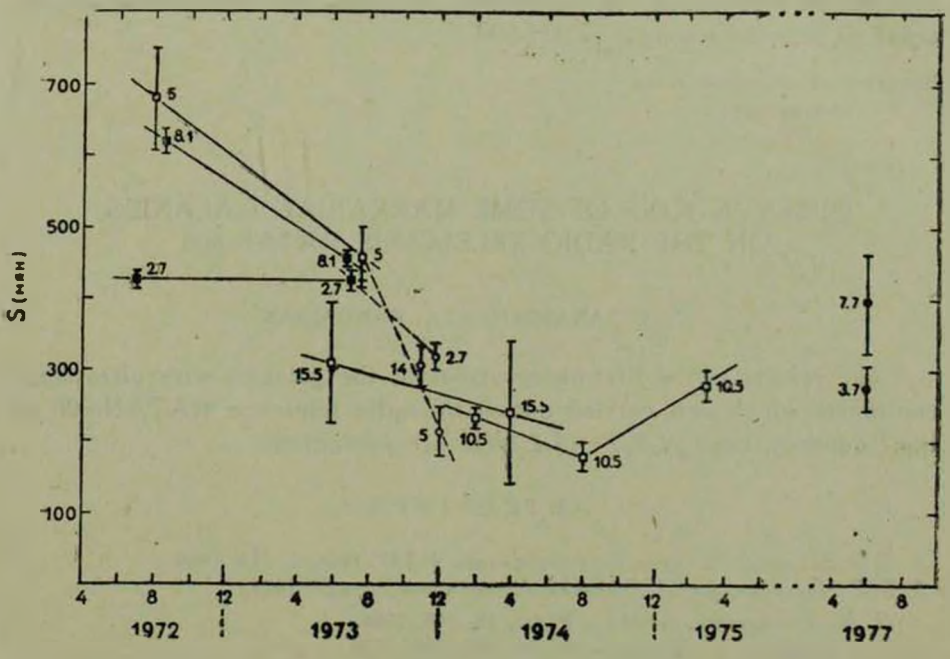

Рис. 2. Временная зависимость изменения плотности потока радиоизлучения галактики Маркарян 348. Обозначения те же, что и на рис. 1. Цифры показывают частоты в *Гц*.

соответствуют нашим данным, данным Шрамека и Товмасяна, Сулентика и других авторов. Цифры у точек указывают частоту в *Гц*.

Следует отметить, что приведенные на рис. 2 данные неоднородны, т. к. они получены разными авторами, на разных радиотелескопах и разными методами наблюдений. Следовательно, длительные и однородные наблюдения этого источника в широком интервале частот могут дать новые интересные сведения об этой галактике.

Галактики Маркарян 626, 653 и 700 не показали заметного радиоизлучения на указанных выше длинах волн. Верхний предел потока радиоизлучения на волне 8.2 *см* не превышает 0.06 *янских*.

Галактика Маркарян 504, которая в перечисленных выше работах не отмечается как источник радиоизлучения, показала заметное радиоизлучение на частотах 0.327 и 7.7 *Гц* — 0.8 ± 0.24 и 0.06 ± 0.015 *янских* соответственно. Спектральный индекс в этом интервале частот составляет 0.82, что характерно для сейфертовских галактик. Для Маркарян 314 верхний предел радиопотока на указанных частотах не превышает 0.6 и 0.04 *янских* соответственно.

Авторы выражают глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за обсуждение материала и ценные замечания и доктору физ.-мат. наук Ю. Н. Парийскому за содействие, оказанное при проведении наблюдений на радиотелескопе РАТАН-600.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

OBSERVATIONS OF SOME MARKARIAN GALAXIES ON THE RADIO TELESCOPE RATAN-600

V. A. SANAMIAN, R. A. KANDALIAN

The results of the first observations of the galaxies with ultraviolet continuum which were carried out on the radio telescope RATAN-600 at the frequency band of 2.3—14.4 *GHz* are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян*, Астрофизика, 4, 587, 1968; 5, 113, 1969.
2. *Б. Е. Маркарян, Дж. А. Степанян*, Астрофизика, 13, 627, 1977.
3. *H. M. Tovmassian*, Austr. J. Phys., 19, 565, 1966.
4. *P. Thomasson, V. Malumian*, M. N., 162, 295, 1973.
5. *R. A. Sramek, H. M. Tovmassian*, Ap. J., 207, 725, 1976.
6. *G. Kojoyan, R. A. Sramek, D. F. Dickinson, H. M. Tovmassian, C. R. Purton*, Ap. J., 203, 323, 1976.

7. *R. A. Sramek, H. M. Tovmassian*, Ap. J., L13, 113, 1974.
8. *J. W. Sulentic*, A. J., 81, 582, 1976.
9. *Ю. Н. Парийский, О. Н. Шиврис, Д. В. Корольков, А. Б. Берлин, Н. Л. Кайдановский, Н. А. Есепкина, Ю. К. Зверев, А. И. Копылов, Э. И. Коркин, А. П. Лавров, Н. С. Соболева, А. А. Стоцкий, Г. М. Тимофеева*, Изв. Вузов, Радиофизика, 19, 1581, 1976.
10. *Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий*, Астрофизика, 8, 155, 1972.
11. *Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий*, Астрофизика, 10, 307, 1974.
12. *А. Б. Берлин, Н. А. Есепкина, Ю. К. Зверев, А. В. Ипатов, Н. Л. Кайдановский, А. И. Копылов, Э. И. Коркин, Д. В. Корольков, Н. М. Липовка, М. Мингалиев, Ю. Н. Парийский, Н. С. Соболева, А. А. Стоцкий, Г. М. Тимофеева, Л. Н. Черков, О. Н. Шиврис*, Письма АЖ, 2, 405, 1976.