

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 11

НОЯБРЬ, 1975

ВЫПУСК 4

ЗАТМЕНИЕ ТРЕХ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА ЛУНОЮ НА ЧАСТОТЕ 327 M_{μ}

В. А. САНАМЯН, ГОПАЛ-КРИШНА

Поступила 18 июня 1975

Проведены радионаблюдения покрытия Луной галактик Маркаряна 369, 370 и 384. Для Маркаряна 369 и 384 наблюдался четкий ход затмения.

Приводятся наблюдения и вычисленные характеристики этих галактик.

1 *Введение* Галактики Маркаряна, для которых характерны избыток ультрафиолетового излучения и сильные эмиссионные линии, одновременно известны как источники повышенной радиосветимости по сравнению с нормальными галактиками, равной светимости в видимых лучах [1]. Небольшое число из них, главным образом те, которые имеют высокую светимость, имеют характеристики сейфертовских галактик. Их радиоизлучение имеет нетепловую природу и исходит из их центральных звездообразных ядер. Те из остальных галактик Маркаряна, которые показывают мощное радиоизлучение, возможно, также обладают активными ядрами с интенсивным нетепловым радиоизлучением.

В настоящей статье приводятся результаты наблюдений затмения Луной трех галактик Маркаряна — 369, 370 и 384 из списка IV [2]. Для двух из них, Маркаряна 369 и 384, затмение было прослежено на частоте 327 M_{μ} . Их радиоизлучение имеет нетепловую природу и исходит из их активных ядер. Затмение Маркаряна 370 не прослеживалось четко на указанной частоте. Она является самой слабой и самой близкой среди трех галактик.

2 *Результаты наблюдений*. Затмение вышеуказанных галактик наблюдалось на частоте 327 M_{μ} с помощью уникального, специально построенного для такой цели, индийского радиотелескопа в Утакамонде (Ути) [3].

Затмение Маркарян 384 произошло 22 октября 1970 г., Маркарян 369 — 1 августа 1971 г. и Маркарян 370 — 31 января 1974 г.

Наблюдения проводились одновременно на 12 веерообразных лучах шириной каждого луча $2''$ по прямому восхождению и $5'$ по склонению. Смещение центров двух соседних лучей равно $3'$. Сигнал на выходе каждого луча регистрировался отдельно с помощью 12-ти канального радиометра, работающего методом переключения фазы (в каждом канале). Антенна радиотелескопа калибровалась с помощью эталонных радиоисточников ЗС 28, ЗС 256 и ЗС 467, интенсивность которых на частоте 327 МГц составляет 9.5, 6.0 и 5.5 ед. потока, соответственно (1 ед. потока = $10^{-26} \text{ Вт м}^{-2} \text{ Гц}$). Эти значения были получены после пересчета данных на 408 МГц по шкале Вилли [4].

Предел путаницы радиотелескопа составлял 0.04 ед. потока при наблюдениях методом лунного покрытия. В пределах области с радиусом 0.5 градуса дуги вокруг наблюдаемой галактики не имеется радиоисточников каталогов 4С и Маркса [5]. И, наконец, (что самое важное) наблюдаемые моменты начала затмения находятся в полном согласии с точным оптическим положением галактики [6]. Эти обстоятельства исключают возможность того, что эффект путаницы мог бы существенным образом влиять на результаты наблюдений, т. е. приведенные ниже результаты являются достаточно надежными.

Для галактик Маркарян 369 и 384 в процессе их покрытия Луной было возможно различить характерную фазу затмения на частоте 327 МГц . Для Маркарян 370 четкая картина кривой затмения не наблюдалась — оценивался лишь верхний предел интенсивности ее радиозлучения.

Наблюденные и вычисленные радиохарактеристики указанных выше трех галактик Маркаряна приведены в табл. 1. В ней радиосветимости вы-

Таблица 1
НАБЛЮДЕННЫЕ И ВЫЧИСЛЕННЫЕ РАДИОХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛАКТИК
МАРКАРЯН 369, 370 И 384

Галактики Маркаряна	Плотность потока (ед. потока)	Позицион- ный угол (градусы)	Угловые размеры (угл.сек) (Кпс)		Радиосвети- мость (ед. потока)	Яростная температу- ра (К)
369	0.15 ± 0.07	2.8	5	2.0	$8 \cdot 10^{21}$	$5 \cdot 10^4$
370	0.2	—	—	—	$< 6 \cdot 10^{10}$	—
384	0.3 ± 0.1	2.0	5	2.4	$2.5 \cdot 10^{22}$	$1.5 \cdot 10^5$

числялись для значений постоянной Хаббла $50 \text{ км/сек} \cdot \text{Мпс}$ и красных смещений 0.013, 0.003 и 0.016 для галактик Маркарян 369, 370 и 384, соответственно [7, 8]. Известные видимые характеристики для этих же галактик приведены в табл. 2.

Таблица 2

ИЗВЕСТНЫЕ ВИДИМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛАКТИК
МАРКАРЯН 369, 370 И 384

Галактики Маркарьян	Видимая звездная величина	Абсолютная звездная величина	Красное смещение	Тип спектра	Видимые угловые размеры (с-к дши)
369	15	-19	0.013	sd 1e	12
370	13.5	-17	0.003	ds 2	30-24
384	14.2	-20	0.016	s 3e	24

Оценка угловых размеров для Маркарьян 369 приближенная, поскольку плотность ее радиопотока мала.

3. *Анализ результатов.* На основании данных табл. 1 и 2 нетрудно заметить, что среди трех затмившихся галактик Маркарьян оптически более яркие галактики одновременно являются и более мощными радиоисточниками на частоте 327 $M\mu$. Обе определенвшиеся на этой частоте галактики Маркарьян 369 и 384, имеют преимущественно s спектр, а их оптические видимые формы позволяют думать о наличии взрывной активности в них. В спектрах обеих галактик содержатся сильные эмиссионные линии H [7]. Радиосветимости этих галактик на 327 $M\mu$ находятся в пределах, известных для галактик этого класса. Обе они являются более мощными радиоисточниками, чем типичные нормальные галактики равной видимой светимости.

Данные таблицы также показывают, что радиоразмеры рассматриваемых галактик намного меньше, чем их видимые размеры. Это свидетельствует в пользу того, что радиоизлучение этих галактик исходит из их плотных центральных частей, размеры которых не превышают нескольких килопарсекон. С другой стороны их высокие яркостные температуры позволяют предполагать, что природа их радиоизлучения нетепловая. Эти выводы вполне согласуются с данными, ранее полученными для других галактик Маркарьян [1, 9].

Сам факт, что из трех затмившихся по совершенно произвольному выбору галактик Маркарьян две оказались яркими и достаточно мощными радиоисточниками (а третья — вероятным радиоисточником) на частоте 327 $M\mu$, представляет определенный интерес. Действительно, эти галактики, согласно [10], на длине волны 6 см не показали радиоизлучения уровня которого превышает 0.03 мд. потока. А на частоте 327 $M\mu$ (≈ 92 см) уровень их излучения во много раз превышает этот предел. На основании простых вычислений нетрудно оценить, что в диапазоне волн 6—92 см спектральные индексы галактик Маркарьян 369 и 384 превышают 0.5 и 0.8, соответственно, т. е. их частотный спектр достаточно крутой. А это

значит, что их радиоизлучительная способность на длинноволновой части спектра больше, чем в коротковолновой части. Далее, если Маркарян 384 имеет характеристики сейфертовских галактик, у которых, как известно, радиосветимость в среднем выше, чем у других галактик Маркаряна, то галактика Маркаряна 369 является представителем несейфертовских объектов списка Маркаряна. Следовательно, можно ожидать, что у многих других галактик Маркаряна обнаружится достаточно мощное радиоизлучение на метровых длинах волн, если их наблюдать с такой же чувствительностью, какую имеет радиотелескоп в Ути, когда наблюдения радиоисточников производятся методом лунного покрытия. Другими словами, имеется веское основание предполагать, что число галактик Маркаряна, показывающих высокую радиосветимость на метровых длинах волн, вероятно, больше, чем на сантиметровых и более коротких длинах волн. Такое предположение, разумеется, нуждается в дальнейшем уточнении на основании данных наблюдений, полученных для большого числа объектов.

Авторы выражают глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну, проф. Г. Сварупу, д-ру В. Р. Венугопалу и Д. С. Багри за чтение рукописи статьи и полезные замечания. Один из авторов (В. А. С.) выражает признательность также В. К. Капан из радиоастрономического центра Тата-института за представление материалов наблюдений лунного покрытия галактик Маркарян 369 и 384.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория
Радиоастрономический центр
Тата-института фундаменталь-
ных исследований, Утакамуна,
Индия

OCCULTATION BY MOON OF THREE MARKARIAN GALAXIES AT 327 MHz

V. A. SANAMIAN, GOPAL KRISHNA

The occultation by the Moon of three Markarian galaxies were observed at 327 MHz with the Ooty radio telescope. Two of these, Markarian 369 and 384 were detected at this frequency. The galaxy Markarian 370 was not detected.

The observational and the derived radio characteristics for these galaxies are adduced.

ЛИТЕРАТУРА

1. *H. M. Tuttle*, *Austr. J. Phys.* 19, 565, 1966.
2. *Б. Е. Маркарян, В. А. Липолевский*, *Астрофизика*, 7, 511, 1971.
3. *G. Swarup, N. V. S. Surma, M. N. Joshi, V. K. Karahi, D. S. Bagri, S. H. Datta, S. Ananthkrishnan, V. Balasubramanian, S. S. Bhavs, R. P. Sinha*, *Nature, Phys. Sci.*, 230, 185, 1971.
4. *D. V. Willie*, *M. N.*, 142, 224, 1969.
5. *R. Dixon*, *Ap. J., Suppl.*, 180, 20, 1970.
6. *S. D. Peterson*, *A. J.*, 78, 8811, 1973.
7. *М. А. Аракелян, Э. Д. Дибай, В. Ш. Есипов*, *Астрофизика*, 8, 177, 1972.
8. *М. А. Аракелян, Э. Д. Дибай, В. Ш. Есипов*, *Астрофизика*, 8, 329, 1972.
9. *P. Thomsson, V. H. Malumian*, *M. N.*, 162, 295, 1973.
10. *R. A. Sriniek, H. M. Tuttle*, *Ap. J.*, 196, 339, 1975.