

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# АСТРОФИЗИКА

ТОМ 16

АВГУСТ, 1980

ВЫПУСК 3

УДК 523.855

## НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗБЫТКОМ НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600. III

В. А. САНАМЯН, Р. А. КАНДАЛЯН

Поступила 19 марта 1980

Приводятся результаты наблюдений 36 галактик с ультрафиолетовым избытком, проведенных на радиотелескопе РАТАН-600 в интервале частот 0.97—14.4 ГГц, и некоторые предварительные выводы о радиоизлучении сейфертовских галактик типов 1 и 2.

В марте и октябре 1979 г. на радиотелескопе РАТАН-600 проводились наблюдения 36 галактик с ультрафиолетовым избытком из списков VI—XIV [1, 2]. 24 галактики наблюдались на северном секторе радиотелескопа на частотах 2.3, 3.66, 7.7, 14.4 ГГц, 12 — на восточном секторе на частотах 0.97 и 3.66 ГГц, 9 галактик наблюдались повторно. В частности, повторно наблюдались те объекты, потоки которых в предыдущих наблюдениях [3] измерялись с недостаточной точностью (Маркарян 700, 705, 771, 854, 871, 991, 1032). С целью обнаружения возможного изменения потока радиоизлучения повторно наблюдались также те галактики, которые в предыдущих наблюдениях на частоте 3.66 ГГц оказались сравнительно интенсивными радионсточниками (Маркарян 796, 992). Наблюдения проводились по уточненным координатам галактик Маркаряна, взятым из [4, 5], кроме галактик Маркарян 1133, 1157, 1179, 1194, 1199 и 1325, для которых координаты были уточнены по Паломарским картам путем привязки к близлежащим звездам, расположенным в пределах до 15' от галактики. Ошибки принятых нами координат для этих галактик могут быть несколько больше, чем в [4, 5].

Методы наблюдений описаны в работах [3]. В качестве опорных источников наблюдались PKS 1830—21, 3С 161, 3С 286, NGC 7027, 3С 78, 3С 245. Принятые значения плотностей потоков этих источников на частотах 0.97, 2.3, 3.66, 7.7 и 14.4 ГГц приведены в табл. 1. Значения чувстви-

тельности системы на частотах 0.97, 2.3, 3.66, 7.7, 14.4 ГГц при постоянной времени низкочастотного фильтра в 1 с составляли 0.1, 0.12, 0.017, 0.026, 0.03 К соответственно. При оценке среднеквадратичной ошибки определения плотности потока в единичном наблюдении учитывались ошибки, обусловленные шумами приемника и антенны, погрешностью абсолютной калибровки и нестабильностью шумового генератора.

Таблица 1

## ПЛОТНОСТИ ПОТОКОВ ОПОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Радиоисточник	Плотности потоков (Ян)				
	0.97 ГГц	2.3 ГГц	3.66 ГГц	7.7 ГГц	14.4 ГГц
PKS 1830—21	—	9.6	9.2	8.6	8.1
3С 161	—	13.0	8.5	4.4	2.4
3С 286	17.6	11.4	8.8	5.6	3.7
NGC 7027	—	2.6	4.6	6.3	6.2
3С 78	8.8	—	4.1	—	—
3С 245	4.2	—	1.8	—	—

*Результаты наблюдений.* Результаты наблюдений для 9 галактик приведены в табл. 2, где последовательно даны: номер галактики в списках Маркаряна,  $S_\nu$  — величина плотности потока на частоте  $\nu$  в мЯн,  $D$  — расстояние галактики в Мпс (при его вычислении постоянная Хаббла принималась равной 75 кпс/с·Мпс),  $L_p$  — радиосветимость на частоте 3.66 ГГц в Вт/Гц·ср и тип сейфертовской ( $S_y$ ) галактики. Красные смещения и типы  $S_y$  взяты из [6—10].

Таблица 2

## НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА

Галактика	$S_\nu$ (мЯн)					$D$ (Мпс)	$L_p \times 10^{-21}$ (Вт/Гц·ср)	Тип $S_y$
	0.97 ГГц	2.3 ГГц	3.66 ГГц	7.7 ГГц	14.4 ГГц			
Марк. 699*	—	<270	<45	100 ± 50	<270	137.6	<5.1	1
700*	—	<300	60 ± 25	<150	<320	137.6	10.2	1
705*	—	—	40 ± 20	—	—	112.0	4.5	1
917	<250	—	95 ± 25	—	—	100.4	8.6	2
975	—	<350	180 ± 40	<200	—	199.2	64.2	1
1066	<300	—	60 ± 20	—	—	49.6	1.3	2
1095	—	<320	110 ± 35	<160	—	132.0	17.2	1
1133	<250	—	72 ± 20	—	—	97.6	6.2	2
1157	<300	—	85 ± 25	—	—	60.4	2.8	2

\* Поскольку уровень сигнала меньше  $3\sigma$ , то факт обнаружения авторы не считают достоверным.

Из приведенных в табл. 2 галактик Маркарян 699, 700, 705, 975, 1095 наблюдались в марте 1979 г. на северном секторе радиотелескопа, остальные — в октябре на восточном.

Повторные наблюдения галактик Маркарян 796, 992 дали почти такие же результаты, что и в [3] (соответственно  $145 \pm 30$ ,  $170 \pm 40$  мЯн на частоте 3.66 ГГц), т. е. на этой частоте каких-либо изменений потока радиоизлучения этих источников не наблюдалось.

*Маркарян 509.* Сейфертовская галактика 1-го типа. Радиоизлучение у этой галактики было обнаружено в 1976 г. на радиотелескопе РАТАН-600 [11]. Измеренное значение плотности потока этого источника на частоте 7.7 ГГц составляло  $280 \pm 62$  мЯн. Однако при последующих наблюдениях заметного радиоизлучения у этой галактики на той же частоте авторы [11] не обнаружили, что позволило им сделать предположение о переменности этого источника. Из наших наблюдений, проведенных в марте 1979 г., удалось определить только следующие значения верхних пределов ( $3\sigma$ ) плотностей потоков галактики Маркарян 509: 350, 50, 270, 380 мЯн на частотах 2.3, 3.66, 7.7, 14.4 ГГц соответственно.

*Маркарян 699.* Как видно из табл. 2, радиоизлучение галактики 699 на частоте 7.7 ГГц в два раза превышает уровень среднеквадратичных ошибок шумов, а на других частотах определенный сигнал не был зарегистрирован. Не трудно заметить, что спектральный индекс этого источника в интервале частот 3.66—7.7 ГГц положительный и достаточно большой,  $\alpha > 1.1$ . Отметим также, что Маркарян 699 является сейфертовской галактикой 1-го типа и показывает переменность в оптическом [12] и в инфракрасном [13] диапазонах. Возможно, что все это является следствием особенностей распределения энергии в спектре этого источника.

*Маркарян 700.* Сейфертовская галактика 1-го типа, имеет оптические выбросы. Радиоисточник по прямому восхождению смещен от галактики на  $-20'' \pm 10''$ .

*Маркарян 917.* Зарегистрированный нами радиоисточник смещен от галактики на  $30'' \pm 12''$  по прямому восхождению. Галактика Маркарян 917 является сейфертовской галактикой типа 2.

*Маркарян 975.* Сейфертовская галактика типа 1 и, вероятно, оождествляется с радиоисточником ОС 118 [14].

*Маркарян 1095.* Сейфертовская галактика 1-го типа. Она показывает переменность в оптическом диапазоне [8]. На РАТАН-600 она наблюдалась в мае 1978 г. и в марте 1979 г. В. Г. Малумяном [15]. На основе этих наблюдений автор предполагает наличие радиопеременности у этого источника.

*Маркарян 705, 1066, 1133, 1157.* Первая галактика является сейфертовской галактикой 1-го типа, а три последние — 2-го типа. (Радиоизлучение галактики Маркарян 1066 было обнаружено Г. М. Товмасыном на частоте 2.7 ГГц (частное сообщение)).

В окрестностях галактик Маркарян 681, 1032 на частоте 3.66 ГГц, вероятно, регистрировались радиосточники OQ 239 ( $140 \pm 35$  мЯн), B2 0217+32 ( $590 \pm 50$  мЯн) соответственно. Однако из наших наблюдений следует, что они не связаны с указанными галактиками, так как смещены от оптических объектов больше, чем сумма ошибок измерения координат и полуширины диаграммы направленности антенны.

Радиоизлучение не было обнаружено также от галактик Маркарян 609 (Sy 2), 655, 688 (Sy 1?), 704 (Sy 1), 732, 771 (Sy 1), 841 (Sy 1), 854 (Sy 1), 871 (Sy 1), 901, 926 (Sy 1), 929 (вероятно B2 2320+32), 984 (Sy 2), 991, 1040 (Sy 1), 1077, 1081, 1098 (Sy 2). Верхний предел плотности потока для этих объектов составлял  $\sim 50$  мЯн на частоте 3.66 ГГц. Для галактик Маркарян 1179 (Sy 1.5), 1194, 1199, 1325 значения верхних пределов плотностей потоков более высоки и для них необходимы дополнительные наблюдения.

Данные настоящих и предыдущих наблюдений [3], позволяют сделать некоторые предварительные выводы о радиоизлучении галактик с ультрафиолетовым избытком, в основном, о радиоизлучении галактик сейфертовского типа, относительное число которых среди наблюдаемых нами галактик больше — 30 из 55.

Из 55 галактик у 15 зарегистрировано радиоизлучение на частоте 3.66 ГГц. Используя соотношение ( $\lg N - \lg S$ ) для частоты 5 ГГц из работы [16] и пересчитывая данные с 5 ГГц на частоту 3.66 ГГц, со средним спектральным индексом — 0.7, можно оценить число радиосточников фона с плотностью потока выше 40 мЯн на частоте 3.66 ГГц, которые случайно проектируются в область наблюдаемых 55 галактик. Оно составляет  $\sim 0.2$ , т. е. почти все измеренные выше радиосточники должны быть связаны с соответствующими оптическими галактиками.

Из 30 сейфертовских галактик 20 являются Sy 1, а 8 галактик — Sy 2, одна галактика (Маркарян 1179) — Sy 1.5, тип же галактики Маркарян 1032 неизвестен.

Можно подсчитать средние значения радиосветимостей наблюдавшихся нами галактик Sy 1 и Sy 2. Если учитывать при этом только те галактики, радиоизлучение которых было зарегистрировано на частоте 3.66 ГГц, то получается, что галактики типа Sy 1 имеют среднюю радиосветимость примерно в пять раз превосходящую таковую у Sy 2. Если же учесть и те галактики, для которых были оценены лишь верхние пределы плотностей потоков, приняв при этом их потоки равными половинам верхних границ или нулю, то также получается, что средняя радиосветимость

галактик Sy 1 выше, чем у Sy 2 примерно в 3 и 2 раза соответственно. Следовательно, можно заметить, что, несмотря на то, что галактики Sy 1 имеют высокую (относительно Sy 2) среднюю радиосветимость, все же процент галактик с низкой радиосветимостью у них больше, чем у Sy 2. (По величине радиосветимости галактика Маркарян 668 попадает в группу радиогалактик и квазаров, поэтому при вычислении среднего значения радиосветимости Sy 1 ее не учитывали).

В работе [17] получено, что на частотах 10.5 ГГц и 23.1 ГГц галактики Sy 1 также имеют более высокую радиосветимость, чем Sy 2. Однако, согласно [18], на частоте 1.415 ГГц галактики Sy 2, напротив, имеют большую радиосветимость, чем Sy 1. Наши результаты с данными работ [17, 18] сравнить трудно, так как наблюдения проводились на разных частотах и были использованы разные выборки сейфертовских галактик.

В заключение следует подчеркнуть, что вышеприведенные оценки средней радиосветимости Sy 1, Sy 2 галактик нуждаются в уточнении, поскольку число наблюденных нами сейфертовских галактик невелико.

Авторы выражают благодарность наблюдателям и операторам РАТАН-600 за оказанную помощь в наблюдениях, а также Г. М. Товмисяну, В. Г. Малумяну и К. А. Саакян за предоставление результатов их наблюдений до публикации.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

## OBSERVATIONS OF THE GALAXIES WITH ULTRAVIOLET EXCESS ON THE RADIO TELESCOPE RATAN-600. III

V. A. SANAMIAN, R. A. KANDALIAN

The results of the observations of 36 galaxies with ultraviolet excess carried out on the radio telescope RATAN-600 and some preliminary conclusions about the radio emission of Seyfert type 1 and 2 galaxies are presented.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 9, 487, 1973; 10, 307, 1974; 12, 389, 657, 1976.
2. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, *Астрофизика*, 13, 225, 397, 1977; 15, 201, 363, 549, 1979.
3. В. А. Самаян, Р. А. Кандалян, *Астрофизика*, 14, 625, 1978; 15, 701, 1979.
4. G. Kojoyan, R. Elliot, H. M. Tovmassian. *A. J.*, 83, 1445, 1978.

5. Г. М. Товмасын, Э. Ц. Шахбазян, Р. А. Кандалян, Сообщ. Бюраканской обс., 52, 1979 (в печати).
6. Э. К. Денисюк, В. А. Липовецкий, В. Л. Афанасьев, *Астрофизика*, 12, 665, 1967.
7. Э. К. Денисюк, В. А. Липовецкий, *Письма АЖ*, 3, 7, 1977.
8. В. Л. Афанасьев, Э. К. Денисюк, В. А. Липовецкий, *Письма АЖ*, 5, 271, 1979.
9. В. Л. Афанасьев, В. А. Липовецкий, Б. Е. Маркарян, Дж. А. Степанян, *Астрон. цирк.*, № 1039, 1, 1979.
10. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, *Письма АЖ*, 5, 10, 1979.
11. М. Г. Мингалиев, С. А. Пустильник, С. А. Трушкин, Р. М. Киракосян, В. Г. Малумян, *Астрофизика*, 14, 91, 1978.
12. К. А. Саакян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 1980 (в печати).
13. D. Knut, W. L. W. Sargent, *Astron. Astrophys.*, 76, 50, 1979.
14. R. A. Kandalian, J. A. Stepanian, *The Thesis of Report at XI European Conference of Young Radio Astronomers, Manchester*, 1978.
15. В. Г. Малумян, *Астрофизика*, 16, 1980 (в печати).
16. K. I. Kellermann, M. M. Davis, I. I. K. Pauliny-Toth, *Ap. J.*, 170, L1, 1971.
17. W. H. McCuthchen, P. C. Gregory, *A. J.*, 83, 566, 1978.
18. A. G. de Bruyn, A. S. Wilson, *Astron. Astrophys.*, 64, 433, 1978.