

УДК: 524.6:520.27

НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛАКТИК С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ
КОНТИНУУМОМ НА ЧАСТОТЕ 102 МГц. II

В. С. АРТЮХ, Р. А. КАНДАЛЯН, М. А. ОГАННИСЯН, В. А. САНАМЯН

Поступила 14 февраля 1985

Принята к печати 8 мая 1985

Приводятся результаты наблюдений 67 галактик с ультрафиолетовым континуумом на частоте 102 МГц методом мерцаний на неоднородностях межпланетной плазмы. Оценены угловые размеры мерцающих компонентов ряда галактик.

В течение 1981—1983 гг. нами были продолжены наблюдения галактик с УФК на частоте 102 МГц с помощью радиотелескопа БСА ФИАН СССР методом мерцаний на неоднородностях межпланетной плазмы [1]. Параметры радиотелескопа БСА, методика наблюдений и обработки данных приведены в [1].

В данной статье приводятся результаты наблюдений 67 галактик с УФК (табл. 1, 2), среди которых 58 являются Su галактиками, 2—BL Lac. Из 58 Su галактик 33 являются Su 1, 20 — Su 2, а 5 — Su 1.5. Список литературы, откуда брались спектроскопические и другие оптические данные этих галактик, приведен в [1, 2].

В табл. 1 приведены результаты наблюдений 11 галактик, у которых было обнаружено радиоизлучение на частоте 102 МГц. В ней последовательно даны название галактики, полный поток на 102 МГц, поток мерцающего компонента, угловой размер мерцающего компонента (немерцающие источники, с плотностью потока более 1 Ян, должны иметь угловые размеры больше $1''.5$), солнечная элонгация, тип галактики и комментарии. В табл. 2 приведен список 56 галактик, радиоизлучение от которых не было обнаружено на частоте 102 МГц. Обозначения в этой таблице такие же, что и в предыдущей. В этих таблицах, в столбцах «тип галактики» цифры 1, 1.5, 2 относятся к сейфертовским галактикам.

Для некоторых галактик из табл. 1, 2 результаты наблюдений полученных в широком диапазоне радиочастот, а также другие их свойства обсуждались нами в работе [2]. Поэтому остановимся только на некоторых объектах табл. 1, имеющих, на наш взгляд, примечательные особенности радио, инфракрасного, оптического и рентгеновского излучения.

Таблица 1

ГАЛАКТИКИ С ОБНАРУЖЕННЫМ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ НА 102 МГц

Галактика	S (Ян)	S_M (Ян)	θ''	ϵ°	Тип галактики	Примечания
Марк. 382	4.8	—	—	19	1	нм*, на 40" раньше виден мерцающий источник
421	3.5	1.5	<0.3	50	BL Lac	Возможно, есть второй мерцающий компонент (суммарный поток этих компонентов ~ 2.5 Ян)
501	4.8	2.0	<1	72	BL Lac	На 30" позже виден мерцающий источник 5.8 Ян
854	1.2	—	—	38	1	нм, на уровне путаницы
871	1.0	—	—	40	1	нм, на уровне путаницы
993	3.0	—	—	36	2?	нм
1218	5.2	—	—	21	1	нм
NGC 1068	24.0	5.0	0.2	30	2	
4074	3.0	—	—	35	2	Видны слабые мерцания
4151	6.0	0.8	0.1	33	1.5	
5548	<2	0.8	0.1	30	1	

* нм — источник не мерцает.

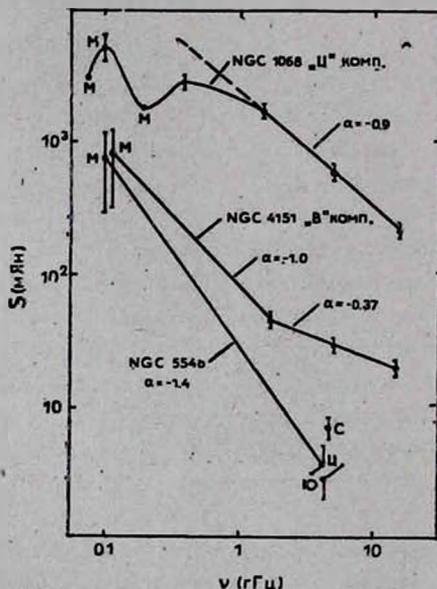


Рис. 1. Спектры галактик NGC 1068, 4151, 5548.

Радиоспектры галактик NGC 1068, 4151, 5548 приведены на рис. 1, где буквами М, Ц, С, Ю, В соответственно обозначены значения потоков

Таблица 2

ГАЛАКТИКИ С ВЕРХНИМИ ГРАНИЦАМИ ПЛОТНОСТЕЙ ПОТОКОВ.
НА 102 МГц

Галактика	S (Ян)	α°	Тип галактики	Примечания
1	2	3	4	5
Марк 64	1	52	1	нм
198		46	2?	нм, путаница
309		66	2	нм, путаница
403		24	2?	нм, источник 3.5 Ян виден на $30''$ позже
423		47	2?	нм, сложная область, путаница 3—4 Ян
471	1	30	1	нм
493	1	25	1.5?	нм
530		58	1	нм, мешает несомненный источник 11.4 Ян
533	1	64	2	нм
543	1	69	1	нм
612	1	24	2	нм
634		50	1	мешает Тех 1055+206, $S=5$ Ян, $S_M=5$ Ян, $\theta=0.''1$
662	1	50	2	нм
699	3	35	1	на 1^m 6 позже виден мерцающий источник
704		28	1	Сложная область, путаница ~ 2 Ян
715	3	31	2?	нм, сложная область
716	3	31	Sy?	нм, сложная область
728	4	45	1.5	нм, сложная область
734	2	50	1	нм
744	2	50	1	нм
759	2	20	Sy?	нм
766	2	30	1	нм
813	1	41	1	нм
896		25	1?	на 1^m позже мерцающий источник 7 Ян
917	1	69	2	нм
929	1	42		нм, на 1^m раньше источник 15 Ян
1066	2	35	2	нм
1098	3	28	2	нм, сложная область
1148		30	Sy?	нм, на 2^m позже источник 6 Ян
1187	1	40	1	нм
1239	2	36	1.5	нм
1243	2	41	1	нм
1269	2	42	1.5	нм
1298	2	20	1	нм

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5
1310	2	64	1	нм
1347	2	24	1	нм
1376		30	2?	на 1 ^m 2 раньше мерцающий источник 4 Ян
1383	3	22	1	слабые мерцания
NGC 3227	2	25	2	нм
4051	2	30	1	нм
4286	2	25	Sy?	нм
4388		22	2?	мешает 3С 274
4939	3	40	2?	нм, путаница
53501		26	Sy?	нм. на 40 ^s раньше виден мерцающий источник
5353j	2	26		ник (100 ^o / _o), S _M =3 Ян
7469	1	65	1	нм
7672	1	40	2?	нм
UGC 10683 B	1	26	1	нм
Топ 524 а	3	43	1	нм
I Zw 1		22	1	сложная область, виден мерцающий источник S=5 Ян, S _M =2.4 Ян, $\theta=1''$
II Zw 1	2	30	1	нм
III Zw 2	1	30	1	нм
Zw 0033+45	1	48	1	нм
V Zw 86	1	65	2	нм
II Zw 136	2	27	1	нм
Tol 1059+10	2	20	1	нм

мерцающего, центрального, северного, южного и восточного компонентов радионисточника. Там же приведены название галактики и значение среднего спектрального индекса в исследуемом диапазоне частот.

Марк 421 (B2 1101+38). Галактика типа BL Lac, без эмиссионных линий в оптическом диапазоне [3]. Она показывает переменность излучения в радио, оптическом и рентгеновском диапазонах [4—9]. Эта галактика (а также Марк 501) ранее наблюдалась на частоте 102 МГц Артюхом и Ветухновской [10]. Радиоспектр и радиоструктура Марк 421 хорошо изучены в широком диапазоне частот [4, 6, 7, 11]. Маркарян 421 имеет радиоструктуру типа ядро-гало. Излучение гало на частоте 1.4 ГГц [11] составляет 29%, а на 102 МГц, примерно 50% общего потока. Такой вклад гало в интегральное излучение сказывается на интегральном спектре галактики. В диапазоне частот 102—408 МГц спектр является крутым, с $\alpha = -0.9$ ($S \sim \nu^\alpha$), а в области коротких волн — пологим с $\alpha = -0.3$.

Марк 501 (4С 39.49). Галактика типа BL Lac. Радиоспектр этой галактики в диапазоне частот от 102 МГц до 10 ГГц в пределах ошибок измерений является пологим, а в области частот выше 10 ГГц намечается спад [4, 5, 12]. Морфология Марк 501 в радио и оптическом диапазонах практически не изучалась.

NGC 1068 (3С 71). Одна из немногочисленных сейфертовских галактик, у которой удалось обнаружить присутствие нескольких радиокомпонентов [13—16]. На рис. 1 приведена спектральная кривая центрального компонента NGC 1068. В работе [1] было отмечено, что у сейфертовских галактик второго типа завалы спектров, обусловленные ослаблением излучения источника ионизированной средой, должны происходить на более низких частотах, чем у сейфертовских галактик первого типа. В случае NGC 1068 наблюдаемые низкочастотные завалы скорее всего обусловлены этим механизмом, чем синхротронным самопоглощением. Действительно, согласно [14] на частотах ниже 408 МГц при синхротронном самопоглощении угловой размер ядерного компонента NGC 1068 должен быть $\leq 0.''01$. Однако, согласно нашим наблюдениям, а также работам [13, 14], угловой размер этого компонента существенно больше $0.''01$. Согласно оценке Падлера и др. [14], примерно 80% низкочастотного излучения поглощается ионизированной средой (эту оценку можно легко получить из спектральной кривой NGC 1068). Плотности потоков NGC 1068 на других частотах брались из работ [13, 14, 16—18].

NGC 4151. Эта галактика исследовалась от радиоволн до γ -лучей. Однако данные о радиоструктуре появились только в последние годы [13, 19].

Первоначально NGC 4151 классифицировалась как сейфертовская галактика первого типа [20]. Однако в настоящее время ее классифицируют как Sy 1.5 [21].

Как и в случае сейфертовских галактик Марк 6, 231, NGC 2992, 5548, в NGC 4151 вероятно имеет место выброс газа и пыли из ядра в области образования эмиссионных линий [22].

Согласно работам [13, 19] в NGC 4151 радиоисточник состоит из четырех компонентов с общей протяженностью $3.''5$. Данные наблюдений и теоретические расчеты этих авторов хорошо согласуются с моделью выброса радиокомпонентов из родительской галактики — ситуация, которая часто встречается у радиогалактик.

На рис. 1 приведена спектральная кривая восточного компонента галактики, который совпадает с оптическим объектом. Этот компонент имеет плоский спектр на высоких частотах (данные на других частотах брались из [13, 19]) и является более интенсивным, чем другие компоненты. По-

этому мы считаем, что мерцания на 102 МГц наблюдаются от этого компонента. Согласно работе [13] угловой размер «В» компонента на частоте 15 ГГц составляет 0."11. Это значение хорошо согласуется со значением углового размера, полученного из наших наблюдений. Отсутствие данных наблюдений для «В» компонента в диапазоне частот от 1.7 ГГц до 102 МГц не позволяет более точно определить спектральный индекс радиисточника в области низких частот.

NGC 5548. Известная сейфертовская галактика. Она исследовалась практически во всем диапазоне электромагнитного спектра [9].

Радиоструктура этой галактики исследовалась на частоте 5 ГГц с помощью VLA [23]. В этих наблюдениях центральный источник не был разрешен, а северный и южный компоненты имеют угловые размеры $9'' \times 3''$, $5'' \times 2.''5$ соответственно. Центральный компонент радиисточника является более интенсивным, чем другие. Если принять, что мерцания на частоте 102 МГц наблюдаются именно от этого компонента, тогда его угловой размер составляет 0."1. На рис. 1 приведен спектр центрального компонента, который совпадает с оптическим объектом.

Марк 382, 854, 871, 993, 1218, NGC 4074. Эти галактики мало исследованы в радио и других диапазонах спектра, что затрудняет обсуждение их свойств.

Удивляет наличие крутых спектров ($\alpha \approx -2$) для галактик Марк 382, 871, NGC 4074 в диапазоне частот от 102 МГц до 1.4 ГГц [24]. По всей вероятности, в этих случаях нами наблюдались неотожествленные источники поля. Разумеется, что для них необходимы дополнительные наблюдения с высоким угловым разрешением.

Недавно Артюх и Ветуховская [25] проводили наблюдения 73 сейфертовских галактик на 102 МГц с помощью БСА. Из этих объектов 25 галактик не входят в наш список ([1] и настоящая работа). Среди 25 галактик 5 являются радиогалактиками с широкими эмиссионными линиями, один рентгеновский источник NGC 2110 с узкими эмиссионными линиями, а остальные 19 — сейфертовские объекты. Мерцающий компонент был обнаружен у всех 5 радиогалактик, а из 19 сейфертовских галактик — только у двух (3С 84, 120). Результаты этих наблюдений будут использованы нами в дальнейшем, при обсуждении радиосвойств сейфертовских и радиогалактик.

Авторы благодарят сотрудников группы эксплуатации БСА за оказанную помощь в наблюдениях.

РАС ФИАН СССР
Бюраканская астрофизическая
обсерватория

OBSERVATIONS OF THE GALAXIES WITH ULTRAVIOLET CONTINUUM AT 102 MHz. II

V. S. ARTYUKH, R. A. KANDALIAN, M. A. HOVANISSIAN, V. A. SANAMIAN

The results of the interplanetary scintillation at 102 MHz of 67 galaxies with ultraviolet continuum are presented. The angular sizes of the scintillating components for some of the galaxies are estimated.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Артюх, Р. А. Кандалян, М. А. Оганнисян, В. А. Санамян, *Астрофизика*, 18, 215, 1982.
2. В. А. Санамян, Р. А. Кандалян, Г. А. Оганян, *Астрофизика*, 19, 429, 1983.
3. М. Н. Ulrich, *Ap. Lett.*, 14, 89, 1973.
4. G. Kojalas, R. A. Sramek, D. F. Dickinson, H. M. Toumassian, C. R. Purton, *Ap. J.*, 203, 323, 1976.
5. J. W. Sulentic, *A. J.*, 81, 582, 1976.
6. G. Colla, C. Fantl, R. Fantl, I. Giola, C. Lari, J. Lequeux, R. Lucas, M. H. Ulrich, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 20, 1, 1975.
7. В. Г. Малумян, *Астрон. цирк.*, № 1247, 1, 1982.
8. H. R. Miller, *Ap. J.*, 201, L109, 1975.
9. A. S. Wilson, *Proc. Roy. Astron. Soc. London, A.*, 366, 461, 1979.
10. В. С. Артюх, Ю. Н. Вегухновская, *Астрон. ж.*, 58, 689, 1981.
11. V. K. Karah, *Astron. Astrophys.*, 74, L11, 1979.
12. В. А. Санамян, Р. А. Кандалян, *Астрофизика*, 14, 623, 1978.
13. A. S. Wilson, J. S. Ulvestad, *Ap. J.*, 263, 576, 1982.
14. A. Padlar, R. V. Boole, R. E. Spencer, O. J. Stewart, *M. N. RAS*, 202, 647, 1983.
15. J. S. Ulvestad, A. S. Wilson, R. A. Sramek, *Ap. J.*, 247, 419, 1981.
16. J. J. Condon, M. A. Condon, G. Gisler, J. J. Puschell, *Ap. J.*, 252, 102, 1982.
17. A. C. S. Readhead, A. Hewish, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 78, 1, 1974.
18. M. H. Cohen, E. J. Gundermann, D. E. Harris, *Ap. J.*, 150, 767, 1967.
19. R. V. Boole, A. Padlar, E. D. Davies, *M. N. RAS*, 199, 229, 1982.
20. E. Ye. Khachikian, D. W. Weedman, *Ap. J.*, 192, 581, 1974.
21. D. E. Osterbrock, A. T. Koski, *M. N. RAS*, 176, 61P, 1976.
22. T. M. Heckman, G. K. Miley, W. J. W. van Braugel, H. R. Butcher, *Ap. J.*, 247, 403, 1981.
23. A. S. Wilson, A. G. Willis, *Ap. J.*, 240, 429, 1980.
24. A. S. Wilson, E. J. H. Meuers, *Astron. Astrophys. Suppl. ser.*, 50, 217, 1982.
25. В. С. Артюх, Ю. Н. Вегухновская, *Письма АЖ*, 9, 86, 1983.