

## РАДИОСПЕКТР ЗС 84 НА ЭПОХУ 1981.8

В. М. Богод, М. Н. Наугольная, Ю. Н. Парийский,  
Н. С. Соболева, Н. А. Юдаева

Приводятся результаты наблюдений на 9 частотах радиостанции ЗС 84 в октябре 1981 г. на РАТАН-600. Сопоставление наших наблюдений с интерферометрическими показывает, что, несмотря на резкие изменения в спектре и структуре ЗС 84, ни радиальная, ни тангенциальная компоненты скорости движения областей радиоизлучения в ядре ЗС 84 не превышают 0.5—0.7 скорости света.

The results of the observations of the radio source ЗС 84 at 9 frequencies in October 1981 with the help of the radiotelescope RATAN-600 are presented. The comparison of our observations with the interferometric ones indicates that in spite of sharp changes in spectra and structure of ЗС 84 the tangential and radial components of velocity of the emitting regions in the nucleus of ЗС 84 do not exceed 0.5—0.7 speed of light.

Как известно, динамические спектры интегрального радиоизлучения ядер активных радиогалактик необходимы для интерпретации интерферометрических наблюдений и в некоторых случаях позволяют дать независимую оценку характера движения в ядрах [1]. Изучение изменений спектров ядер в диапазоне волн 1.3—30 см проводится в САО АН СССР с помощью РАТАН-600 с 1975 г. [2]. В настоящей работе обсуждается мгновенный спектр радиостанции ЗС 84 на эпоху 1981.8.

Длина волны, см	Эпоха наблюдений, 1981 г.	Плотность потока, ян	Примечание *
1.38	19 X	62	1
2.08	19 X	56	1
2.3	20 X	50	2
3.9	19 X	54	1
4.5	20 X	54	2
6.2	18 X	58	3
8.2	19 X	39.9	1
21	18 X	17.6	3
31	19 X	44	1

\* 1 — высокочувствительный комплекс радиометров; 2 — солнечный комплекс; 3 — спектральный комплекс [2].

В таблице приведены длины волн, моменты наблюдений и измеренные интегральные плотности потока этой радиогалактики. Сведения о параметрах радиометров можно найти в статье Берлина и др. [2]. Опорными объектами являлись радиостанции ЗС 120 для наблюдений на спектральном комплексе и Лебедь А для наблюдений на остальных радиометрах. Плотности потоков для этих источников принимались по сводке Кюра [3]. Точность измерений плотности потока на всех волнах, указанных в таблице, 5—7%. Мгновенный спектр ЗС 84 по данным таблицы приведен на рис. 1. Спектр на волнах длиннее 30 см взят по сводке Кюра [3].

Сравнение спектра ЗС 84 эпохи 1981.8 со спектрами предыдущих лет позволяет сделать следующие заключения.

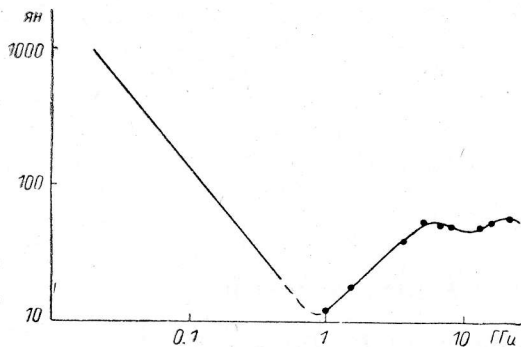


Рис. 1

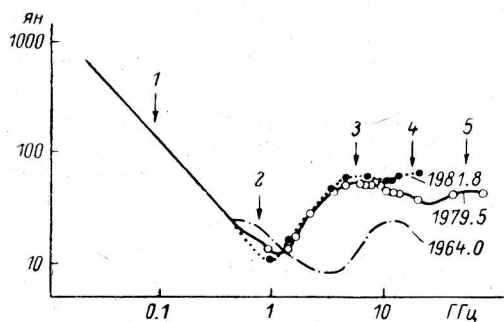


Рис. 2

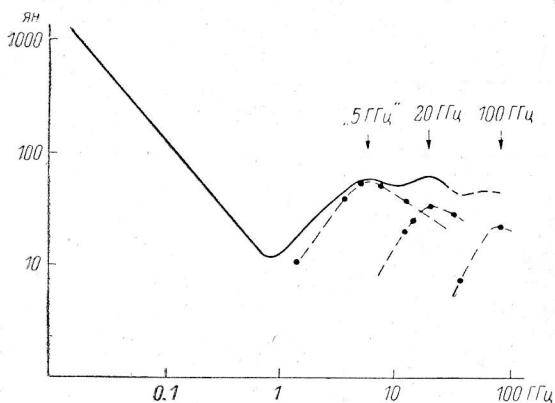


Рис. 3

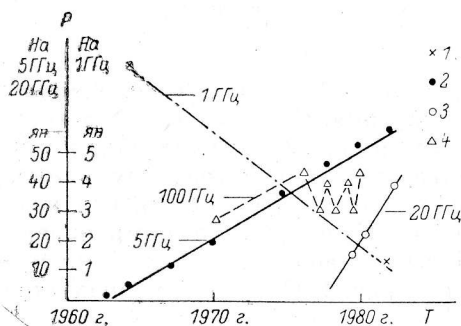


Рис. 4

В интегральном спектре радиоизлучения 3C 84 за период 1963—1981 гг. можно выделить по крайней мере 5 деталей (рис. 2): 1) деталь № 1 на участке спектра 10—300 МГц со стандартным спектром оптически-тонкого нетеплового радиоисточника; 2) деталь вблизи 1 ГГц (№ 2). Деталь эта была выделена в 60-х годах Келлерманом и др. [4], по-видимому, она исчезла к концу 1981 г.; 3) деталь № 3 вблизи 5 ГГц (на эпоху 1979—1981.8), которая доминировала в сантиметровом диапазоне волн, начиная с 1964 г. до 1980 г. Максимум радиоизлучения детали № 3 за этот период переместился по спектру с 10 до 5 ГГц, а спектральная плотность потока увеличилась в десятки раз (рис. 4); 4) деталь № 4 вблизи от 20 ГГц, которая стала заметной в эпоху 1979.5, а сейчас доминирует по спектральной плотности потока; 5) деталь № 5 в области 100 ГГц, которая регистрировалась в период с 1970 по 1975 г. и имела различную интенсивность — от 28 до 44 ян.

Мы попытались построить зависимость плотности потока радиоизлучения на частотах 1, 5, 20, 100 ГГц от времени отдельно для каждой из этих деталей, считая,

Рис. 1. Спектр 3C 84 на период 19—20 октября 1981 г.

Точки — данные, полученные по наблюдениям на РАТАН-600. Спектр на волнах длиннее 30 см построен по сводке Кюра [3].

Рис. 2. Основные изменения в спектре 3C 84 за период 1964—1981. 8гг.

Кружки — наиболее хорошо исследованная эпоха 1979.5 (РАТАН-600, Эффельсберг — точка на 43 ГГц [7], Китт Пик — точка на 90 ГГц [3]). Спектр эпохи 1964 г. [4]. Видны детали: № 2 вблизи 1 ГГц, № 3 — около 5 ГГц, № 4 — вблизи 20 ГГц, № 5 — вблизи 100 ГГц. Деталь № 1 — участок стандартного степенного спектра.

Рис. 3. Разбиение коротковолнового участка спектра на компоненты со спектром синхронного излучения с самопоглощением.

Рис. 4. Примерный характер изменения спектральной плотности потока компонент, выделенных на рис. 3, со временем на частотах 1 ГГц (1), 5 ГГц (2), 20 ГГц (3), 100 ГГц (4).

что спектр от 300 МГц до 100 ГГц можно представить в виде суперпозиции оптически-толстых однородных компонент со стандартным спектральным индексом  $\sim 0.7$  в высокочастотной области спектра, экстраполируя обычным образом спектр «метровой» компонент в другие области радиоспектра (рис. 3), подобно тому как это делается в [4]. Найденные таким образом зависимости спектральной плотности потока основных компонент вблизи характерных (для эпохи 1979.5) частот показаны на рис. 4. Из этого рисунка следует, что изменения близки к линейной зависимости спектральной плотности потока от времени. Деталь вблизи 1 ГГц, по-видимому, исчезнет в 1982 г. совсем, деталь вблизи 5 ГГц возникла в 1962—1963 гг, деталь вблизи 20 ГГц возникла в 1978 г. Характер переменности детали вблизи 100 ГГц менее ясен. В этой области формально отмечены быстрые (интервал несколько месяцев) изменения плотности потока в 1.5 раза. Однако, по-видимому, следует подождать более надежных измерений. Перечисленные оптически-толстые детали хорошо представляют все радиоизлучение ЗС 84 в сантиметровом диапазоне волн.

Сравнение формы спектра с последними данными по сверхдальней интерферометрии позволяет сделать следующие выводы. Карты, построенные по интерферометрическим наблюдениям на коротких волнах [5], показывают до 20 деталей разного размера и яркости. В то же время, как следует из рис. 4, источник радиоизлучения на этих волнах представляет суперпозицию всего трех областей радиоизлучения, каждая из которых имеет спектр однородного оптически-толстого радиоисточника с плотностью потока около 30 ян (деталь № 4, 20 ГГц), 32 ян (высокочастотный «хвост» детали № 3, 5 ГГц) и менее 5 ян (оптически-толстая часть детали № 5, 100 ГГц).

Кажется заманчивым сопоставить эти три детали в спектре с тремя комплексами деталей (северным, центральным и южным), которые обычно выделяют наблюдатели на изображениях радиоисточника [5]. В этом случае следует считать, что дисперсия радиальных скоростей всех деталей, видимых на изображениях, в каждом комплексе много меньше скорости света, так как их суммарный спектр близок к спектру одиночного оптически-толстого источника. Деталь на 100 ГГц в этой интерпретации, скорее всего, связана с основным источником энергии, так как в ней сосредоточена основная часть радиосветимости всей ядерной области. Эта деталь (№ 5) является также самой высокочастотной, что говорит о ее «молодости» и, следовательно, близости к основному источнику энергии. Однако необходимы более полные сведения о спектре различных компонент, видимых в радиоизображении источников, для сколько-нибудь уверенного отождествления «спектральных» деталей с «пространственными».

В последнее время появились сообщения об обнаружении деталей, движущихся со скоростью 0.58 с в картинной плоскости в изображении ЗС 84 на волне 2.8 см [6]. Измерения интегрального спектра радиоизлучения ЗС 84 позволяют оценить верхнюю границу радиальных скоростей движения в ядре этого источника. Следуя принятой нами методике [1], мы оценили предел на радиальную скорость разлета близких по мощности компонент (детали № 3 и 4); она меньше 0.7 с. При этом мы полагали, что различие в частотах максимумов этих деталей обусловлено только эффектом Доплера. Сопоставление тангенциальной и радиальной компонент скорости говорит о том, что и полная относительная скорость этих деталей не является релятивистской.

На изображениях ЗС 84 видны области весьма различной поверхностной яркости. Протяженность этих областей говорит об их прозрачности. С другой стороны, глубокий минимум в интегральном спектре на частоте 1 ГГц накладывает ограничения на вклад оптически-тонких компонент в сантиметровых изображениях радиоисточников. Так, считая спектральный индекс оптически-тонких компонент стандартным (0.7), получим, что плотность потока компонент не может превышать 2% от интегральной плотности потока на частоте 5 ГГц. Можно ожидать также, что радиокарты на частотах 5, 22 и 100 ГГц должны быть различными, так как на этих частотах радиоизлучение идет из различных образований.

Авторы выражают благодарность сотрудникам РАТАН-600 за содействие в проведении наблюдений в сжатые сроки.

### Литература

1. П а р и й с к и й Ю. Н., С о б о л е в а Н. С. О скоростях разлета компонент радиогалактик. — Письма в Астрон. ж., 1980, 6, № 2, с. 67—71.
2. М г н о в е н н ы й спектр ЗС 84 по наблюдениям на 16 частотах на РАТАН-600/А. Б. Берлин, В. Я. Гольнев, Д. В. Корольков, И. М. Ловкова, Н. А. Нижельский, Е. Е. Спангенберг, Г. М. Тимофеева, В. М. Богод, С. И. Болдырев, И. А. Ипатова, Н. А. Юдаева, А. Ф. Смирнов, В. Р. Амирханян, А. А. Капусткин, В. К. Конникова, А. Н. Лазуткин, М. Г. Ларионов, О. И. Хромов, Н. И. Арзамасова, А. П. Венгер, Г. Н. Ильин, В. А. Прозоров, Н. Ф. Рыжков, В. И. Докучаев, М. Г. Мингалиев, М. Н. Наугольная, Ю. Н. Парийский, Н. С. Соболева, С. А. Трушкин, Л. М. Шарипова, С. Н. Юсупова, И. В. Госачинский. — Письма в Астрон. ж., 1980, 6, № 10, с. 617—619.
3. Catalogue of Radio Sources/Н. Kühr, U. Nauber, I. I. K. Paulini-Toth, A. A. Witzel. Max-Planck-Institut für Radioastronomie Preprint No 55, 1979.
4. Kellerman K. I., Paulini-Toth I. I. K. The spectra of opaque radio sources. — *Astroph. J.*, 1969, 155, L 71—78.
5. Структура ядра Сейфертовской галактики NGC 1275/ — Л. И. Матвеевко, К. И. Келлерманн, И. И. К. Паулини-Тот, В. И. Костенко, И. Г. Моисеев, Л. Р. Коган, А. Р. Витцель, Б. О. Роннанг, Д. Б. Шаффер, Е. Пройс. — Письма в Астрон. ж., 1980, 6, № 2, с. 77—86.
6. A l e f W. VLBI observations of ЗС 84 and ЗС 273 with a 7 station network. Доклад на XIV конференции молодых европейских радиоастрономов (RMEPA), 1981, Бонн, Ин-т Макса Планка.
7. First observation with Effelsberg telescope at 7 mm/W. J. Altenhoff, J. W. M. Baars, D. Downes, V. Pankonin, J. E. Wink, A. Winnberg, P. R. Schwartz, J. H. Spencer, H. E. Matthews, R. Gensel, F. M. Olton. — *Astron. J.*, 1980, 85, N 9.

Поступила в редакцию 22.12.81