

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
АСТРОФИЗИКА

ТОМ 2

ДЕКАБРЬ, 1966

ВЫПУСК 4

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ СТА 21 И СТА 102 В МЕТРОВОМ
ДИАПАЗОНЕ

Р. Д. ДАГКЕСАМАНСКИЙ, Т. В. ШАБАНОВА

Поступила 8 сентября 1966

С помощью полотна Восток-Запад ДКР-1000 измерены плотности потоков СТА 21 и СТА 102 на частоте 86 мц (3.5 м). Обсуждаются спектры этих источников радиовлучения.

Вот уже несколько лет радиоисточники СТА 21 и СТА 102 привлекают к себе внимание многих радиоастрономов. Во-первых, в спектрах обоих радиоисточников наблюдаются максимумы на очень высоких частотах ($\approx 500 - 1000$ мц). Во-вторых, оба радиоисточника имеют очень малые угловые размеры. Так, согласно измерениям на волне 21 см, их угловые диаметры меньше 0.1 [1]. И, наконец, есть указания на то, что радиоисточник СТА 102, который удалось отождествить с квазизвездным объектом с красным смещением $z = \Delta\lambda/\lambda = 1.037$ [2,3], обнаруживает переменность на частоте 920 мц [4].

Вследствие указанных выше особенностей спектров, оба радиоисточника оказываются чрезвычайно слабыми объектами в метровом диапазоне волн. Именно поэтому до настоящего времени не было измерений потоков этих источников на частотах ниже 178 мц. В то же время такие измерения могли бы пролить свет на природу этих интересных источников. Ввиду этого была предпринята попытка измерения плотностей потоков СТА 21 и СТА 102 на частоте 86 мц ($\lambda = 3.5$ м) с помощью полотна Восток-Запад крестообразного радиотелескопа Физического института АН СССР (ДКР-1000). Антенна и аппаратура описаны ранее в [5]. Постоянная времени $\tau = 5$ сек. Так как оба радиоисточника почти незаметны в одиночной записи, то проводилось усреднение серии записей, после чего определялось отношение плотностей потоков исследуемых источников к калибровочным.

За период с 12 по 27 февраля 1966 г. было получено 8 записей прохождения через диаграмму направленности антенны радиостанции СТА 21 совместно с ЗС 79, который был принят в качестве калибровочного. Усредненные за 8 дней, эти записи представлены на рис. 1.

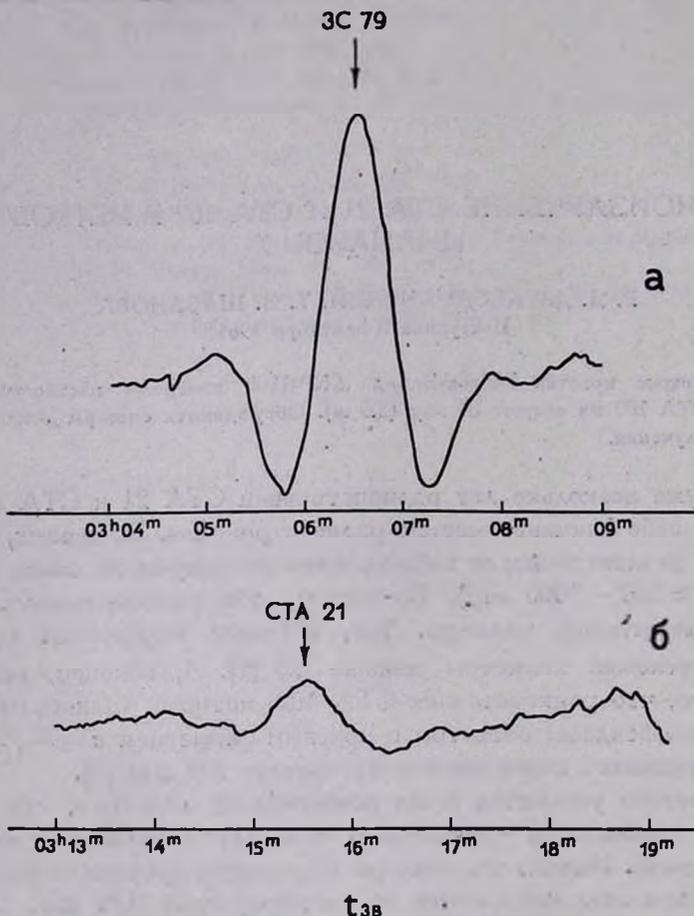


Рис. 1. Усредненные по 8 записям кривые прохождения СТА 21 и ЗС 79.

Отношение плотностей потоков $x = S_{\text{СТА}21}/S_{\text{ЗС}79}$ определялось из решения системы условных уравнений

$$a_k x + y = b_k \quad (k = 1, 2, \dots, 35). \quad (1)$$

Здесь b_k — амплитуда записи СТА 21 в момент t_k , а a_k — амплитуда записи калибровочного источника ЗС 79 в соответствующие мо-

менты времени. При этом считалось, что уход „нуля“ за время записи источника ничтожно мал. Незвестная y определяется абсолютными положениями „нулей“ в записях исследуемого и калибровочного источников.

Для составления системы (1) необходимо знание прямых восхождений обоих источников (точнее разности между ними). Согласно [6], были приняты следующие значения:

$$\alpha_{\text{СТА 21}}(1950.0) = 03^{\text{h}}16^{\text{m}}09^{\text{s}}.2$$

и

$$\alpha_{\text{ЗС 79}}(1950.0) = 03^{\text{h}}07^{\text{m}}11^{\text{s}}.6.$$

Эти значения α с точностью до ошибок измерений ($\pm 2^{\text{s}}$ для ЗС 79 и $\pm 5^{\text{s}}$ для СТА 21) совпадают с прямыми восхождениями, соответствующими максимумам в записях этих источников.

Решение системы (1) дает отношение плотностей потоков $x = S_{\text{СТА 21}}/S_{\text{ЗС 79}} = 0.138 \pm 0.020$ и, следовательно, при плотности потока ЗС 79 равной $(51 \pm 5) \times 10^{-26}$ *ватт/м²ц* (см. [5]), получаем:

$$S_{\text{СТА 21}} = (7.0 \pm 1.3) \times 10^{-26}$$
 ватт/м²ц.

Окончательная ошибка включает в себя ошибку в определении плотности потока калибровочного радиоисточника.

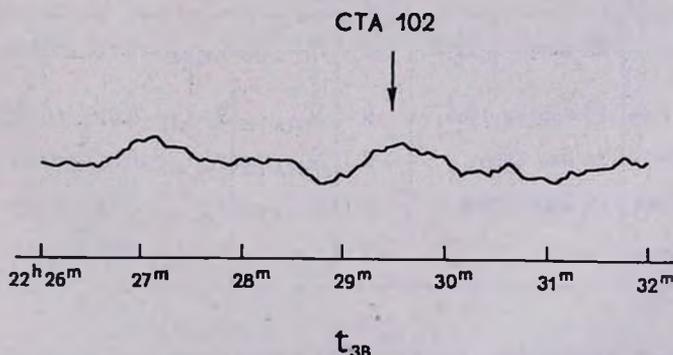


Рис. 2. Кривая прохождения СТА 102, усредненная по 9 записям первой серии наблюдений (15 февраля — 9 марта 1966 г.).

К настоящему времени проведено 4 серии наблюдений радиоисточника СТА 102. На рис. 2 представлена кривая прохождения СТА 102 через диаграмму антенны, полученная после усреднения 9 записей первой серии наблюдений. Обработка каждой серии осуществлялась так же, как обработка записей СТА 21. Прямое восхождение

СТА 102 принималось равным прямому восхождению квазизвездного объекта, с которым он отождествлен [2]:

$$\alpha_{\text{СТА 102}}(1950.0) = 22^{\text{h}}30^{\text{m}}07^{\text{s}}.5.$$

В качестве калибровочного радиоисточника был выбран источник ЗС 442. Плотность потока ЗС 442 определялась по отношению к ЗС 84. Она соответствует максимальному отклонению в записи ЗС 442 и из-за конечных размеров этого источника может оказаться несколько меньше своего истинного значения. Это, однако, никак не должно сказаться на точности определения плотности потока СТА 102, так как источник ЗС 442 служил лишь хорошо прокалброванным стандартом. Принимая, согласно [5], $S_{\text{ЗС 84}} = (131 \pm 5) \times 10^{-26}$ ватт/м²ц, мы получили $S_{\text{ЗС 442}} = (41 \pm 4) \times 10^{-26}$ ватт/м²ц.

Таблица 1

Даты начала и конца серии	Средний момент	Число записей	Отношение плотностей потоков	Плотности потоков
СТА 21				
12 — 27 февраля 1966	18 февраля 1966	8	$S_{\text{СТА 21}}/S_{\text{ЗС 79}} = 0.138 \pm 0.020$	7.0 ± 1.3
СТА 102				
15 февраля — 9 марта 1966	28 февраля 1966	9	$S_{\text{СТА 102}}/S_{\text{ЗС 442}} = 0.110 \pm 0.018$	4.5 ± 0.9
3 — 22 апреля 1966	13 апреля 1966	9	$S_{\text{СТА 102}}/S_{\text{ЗС 442}} = 0.070 \pm 0.035$	2.9 ± 1.5
19 — 29 мая 1966	24 мая 1966	8	$S_{\text{СТА 102}}/S_{\text{ЗС 442}} = 0.074 \pm 0.025$	3.0 ± 1.1
14 — 23 июля 1966	19 июля 1966	7	$S_{\text{СТА 102}}/S_{\text{ЗС 442}} = 0.110 \pm 0.018$	4.5 ± 0.9
среднее по всем сериям	7 мая	33	$S_{\text{СТА 102}}/S_{\text{ЗС 442}} = 0.095 \pm 0.011$	3.9 ± 0.6

В табл. 1 приведены результаты измерений плотностей потоков СТА 21 и СТА 102 для каждой серии наблюдений, а также среднее значение плотности потока СТА 102 по всем сериям. Там же указаны даты начала и конца серий, число записей в серии и средние моменты, соответствующие каждой из них. Из табл. 1 видно, что плотность потока СТА 102 несколько меняется от одной серии наблюдений к другой. Однако, нам представляется, что делать какие-либо выводы из этого факта пока преждевременно, так как число серий еще недостаточно и тем более, что плотности потоков в каждой серии откло-

няются от среднего значения не более, чем на величину своей средней квадратической ошибки. При определении среднего значения плотности потока СТА 102 данные каждой серии наблюдений брались с весом обратно пропорциональным ошибке в серии.

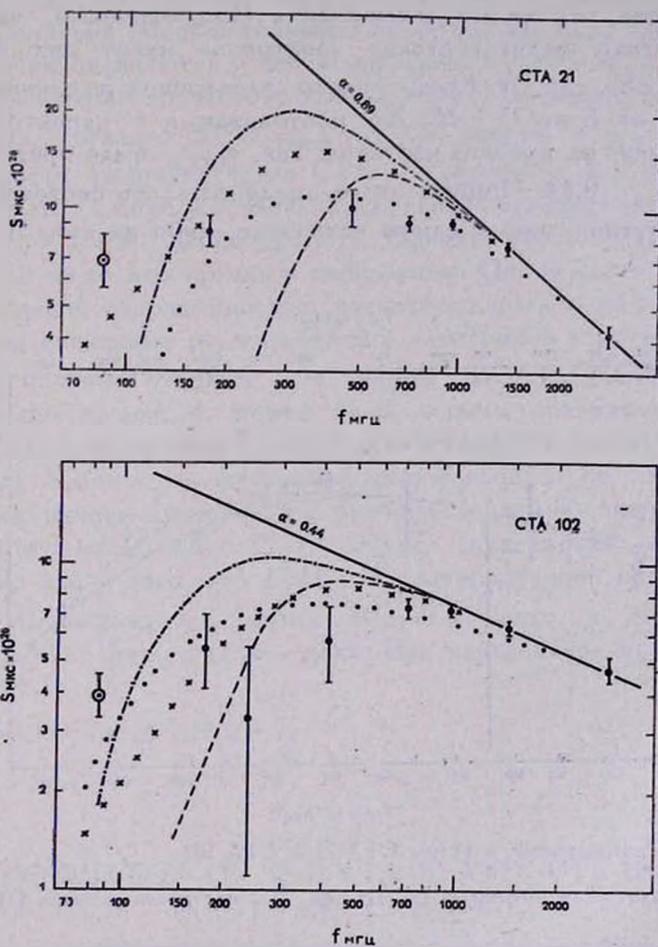


Рис. 3. Спектры СТА 21 и СТА 102

● — данные [7], ⊗ — результаты настоящей работы.

Расчетные спектры для случаев:

— — — синхротронного самопоглощения,

××× — теплового поглощения внутри источника,

- · - · — теплового поглощения вне источника,

· · · · — отлания показателя преломления среды, в которой излучают электроны от 1.

Спектры радиоисточников СТА 21 и СТА 102, построенные по данным [7] и результатам настоящей работы, приведены на рис. 3. Там же нанесены спектры, рассчитанные для некоторых механизмов, которые могут обуславливать низкочастотный „завал“ в спектрах источников радиоизлучения. При построении теоретических спектров предполагалось, что механизм излучения синхротронный, что энергетический спектр релятивистских электронов имеет вид $N(E)dE = K \cdot E^{-(2\alpha+1)}dE$, где $N(E)dE$ — число электронов в единице объема с энергиями от E до $E + dE$, K — постоянная, а α — спектральный индекс источника, на высоких частотах. Так, $\alpha_{\text{СТА 21}}$ было принято равным 0.89, а $\alpha_{\text{СТА 102}}$ — 0.44. Помимо этого предполагалось постоянство физических параметров либо в самом источнике, либо на пути от источни-

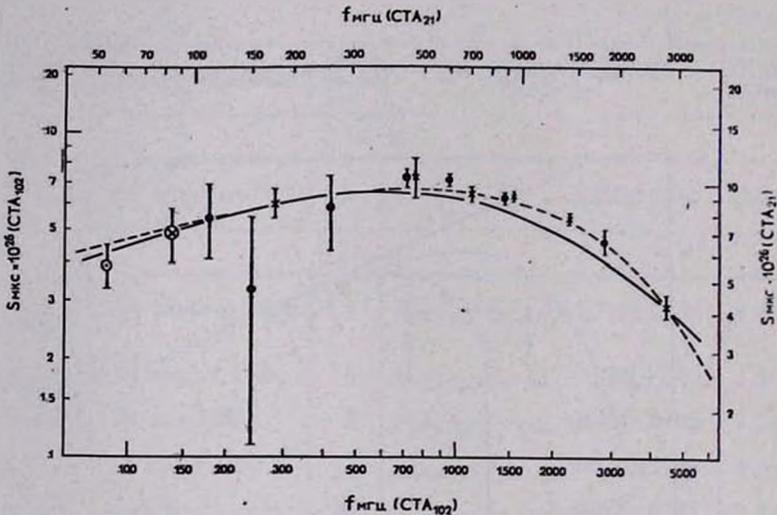


Рис. 4. Совмещенные спектры СТА 21 и СТА 102

⊗, ○ — плотности потоков СТА 21; ●, ○ — плотности потоков СТА 102.

— — спектр излучения, рассчитанный для случая обрыва в степенном энергетическом спектре релятивистских электронов,
 - - - - спектр излучения релятивистских электронов с энергией E_0 .

ка до наблюдателя (однородные модели). Эти предположения, конечно, очень грубы. Однако, расхождения расчетных спектров с экспериментальными точками так велико, что небольшими поправками в предполагаемых моделях исправить положение невозможно. По-видимому, ра-

зумно было бы предположить наличие в источниках протяженного гало, которое в основном ответственно за излучение на низких частотах.

Обращает на себя внимание удивительное подобие спектров исследуемых источников. На рис. 4 оба спектра представлены вместе, при этом оси координат сдвинуты у одного источника по отношению к другому. На наш взгляд этот рисунок свидетельствует о том, что природа излучения обоих источников очень близка. Если предположить, что источники отличаются лишь мощностью излучения и относительный сдвиг спектров по частоте вызван эффектом красного смещения, то принимая, согласно [3], $z_{\text{СТА 102}} = 1.037$, найдем $z_{\text{СТА 21}} = 2.24$. При этом мощность радиоизлучения СТА 21 окажется в 4 раза больше, чем у СТА 102 (в модели вселенной с нулевой космологической постоянной и $q_0 = +1$ (см., например, [3])). Однако, сдвиг по частоте может быть вызван не только красным смещением. Он может быть объяснен также различной напряженностью магнитного поля и различными энергетическими спектрами релятивистских электронов в источниках.

В заключение отметим, что спектр радиоизлучения, подобный изображенному на рис. 4, может быть вызван сравнительно крутым обрывом в энергетическом спектре релятивистских электронов (сплошная кривая). Более того, он превосходно совпадает со спектром излучения совокупности электронов с распределением по энергиям близким к δ -образному — $N(E) dE = K \delta(E - E_0) dE$ (пунктирная кривая). При этом можно найти параметр $E_0^2 H$, характеризующий излучение. Для СТА 102, он оказывается равным $360 \text{ Мэв}^2 \text{ гаусс}$, а для СТА 21 — $110(1+z) \text{ Мэв}^2 \text{ гаусс}$, где z — пока еще неизвестное красное смещение СТА 21.

Физический институт АН СССР

THE RADIOEMISSION OF THE CTA 21 AND CTA 102 SOURCES IN THE METRE RANGE

R. D. DAGKESAMANSKY, T. V. SHABANOVA

The flux densities of CTA 21 and CTA 102 at 86 mc/s (3.5 m) have been measured with East-West arm DKR — 1000. The spectra of these radio sources are discussed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. R. L. Adgie, H. Gent, O. B. Slee, A. D. Frost, H. P. Palmer, B. Rowson, *Nature*, 208, 275, 1965.
2. A. Sandage, J. D. Wyndham, *Ap. J.*, 141, 328, 1965.
3. M. Schmidt, *Ap. J.*, 141, 1295, 1965.
4. Г. Б. Шоломицкий, *Астрон. ж.*, 42, 673, 1965.
5. В. С. Артюх, В. В. Виткевич, Р. Д. Дагкесаманский, *Астрон. ж.*, (в печати).
6. E. B. Fomalont, T. A. Matthews, D. Morris, J. D. Wyndham, *A. J.*, 69, 772, 1964.
7. K. I. Kellerman, „A compilation of radiosource flux densities“, *Observations of the Owens Valley Radio Observatory, 1964 (preprint)*.