

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ
И ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ**

УДК 523.164.4

**АБСОЛЮТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ПОТОКОВ МОЩНЫХ
ДИСКРЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ЧАСТОТЕ 575 МГц**

A. B. Востоков, Н. А. Дугин, М. Е. Миллер, В. П. Сырейщиков

В августе и октябре 1985 г. на РАС НИРФИ «Старая Пустынь» были проведены абсолютные измерения плотностей потоков радиоизлучения Кассиопеи-А, Лебедя-А, Крабовидной туманности и Девы-А на частоте 575 МГц. Наблюдения проводились на радиотелескопе РТВС-12 с абсолютной калибровкой по 5-метровому «черному» диску [1] и являлись продолжением исследований спектров мощных дискретных источников на этом радиоастрономическом комплексе, проведенных в 1982 г. в диапазоне 60—100 см [2] и в 1983 г. в диапазоне 100—150 см [3].

Диск, находящийся в зоне Френеля антенны (сокращение дальней зоны $n \sim 13$), располагался на 25-метровой вышке. Взаимное расположение антенны и вышки обеспечивало угол наблюдения диска $20^\circ 35'$ к горизонту, что при угловом диаметре диска $2\Delta\theta_d = 6.7^\circ$ и ширине диаграммы направленности (ΔH) антенны на уровне половинной мощности $\Delta\theta_{0.5} = 2.9^\circ$ обусловливало малую величину дифракционной поправки ξ , учитывающей вклад в antennную температуру радиоизлучения Земли ($1 + \xi \sim 1.0025$) [4].

Облучатель представлял собой полуволновой вибратор с рефлектором в виде плоского экрана. Степень согласования его с приемником составляла на рабочей частоте $KCB \lesssim 1.08$ и $KCB \lesssim 1.15$ в полосе $\pm 2\%$. Непосредственно к облучателю коротким отрезком кабеля подключался радиометр, установленный в фокальном узле радиотелескопа. При измерениях использовался модуляционный радиометр, построенный по схеме приемника прямого усиления, имеющий систему автоматической коррекции основных параметров [5]. Флуктуационная чувствительность радиометра 0,3 К при $t=1$ с (полоса анализа $\sim 1\%$). Управление основными режимами работы приемника осуществлялось дистанционно. Выходные сигналы с НЧ интегратора радиометра поступали в аппаратную кабину РТВС-12, где регистрировались самописцем КСП-4 и параллельно через преобразователь аналог-код Ф210 и устройство согласования вводились в ЭВМ «Электроника Д3-28» для обработки в реальном времени [1]. Методика обработки сигналов была аналогична описанной в [2, 3]. Измерения проводились с перефокусировкой облучателя; фокальные пятна антенны были сняты в ближней зоне по диску и на «бесконечности» по Кассиопеи-А. Постоянство усиления антенны при перефокусировке облучателя неоднократно контролировалось в процессе наблюдений. Особое внимание было удалено выбору опорных областей, определяющих уровень нулевого отсчета при измерении интенсивности радиоизлучения дискретных источников. При этом использовались изофоты на $f = 408$ МГц [6] с пересчетом на рабочую частоту по спектральному индексу $\beta = 2.7$ [7, 8]. При измерении Кассиопеи-А, Крабовидной туманности и Девы-А опорные области соответствовали отведениям диаграммы направленности антенны по азимуту вправо и влево от источников (угловое расстояние определялось положением первого нуля диаграммы направленности антенны). Поправки, учитывающие неоднородность фона в районе источников и опорных областей, рассчитывались аналогично [2] с использованием гауссовой аппроксимации диаграммы направленности антенны. Ввиду резкой неоднородности фона в районе Лебедя-А опорные области выбирались таким образом, чтобы вышеупомянутая поправка была близка к нулю [9]. Координаты опорных областей составляли $\alpha = 19^{\mathrm{h}}58^{\mathrm{m}}48^{\mathrm{s}}$, $\delta_1 = 44^\circ 20'$, $\delta_2 = 37^\circ$. Измерения интенсивности радиоизлучения Лебедя-А производились в то время, когда разность высот между источником и опорными областями была минимальной. По каждому источнику было проведено несколько десятков циклов наблюдений, включающих в себя измерения радиоизлучения «черного» диска (в начале и в конце цикла) и измерения 2-3 исследуемых источников. Результаты проведенных измерений представлены в табл. 1. В суммарные среднеквадратичные ошибки вошли флуктуационные погрешности; погрешности, связанные с учетом поправки на неоднородность фона в районе источников и опорных областей; погрешности, связанные с неточностью определения коэффициента усиления антенны при перефокусировке, с учетом коэффициента отражения от диска, с неточностью учета поглощения в атмосфере и дифракции на диске.

Таблица 1

f , МГц	Кассиопея-А $S \pm \sigma_s$, Ян· 10^2	Лебедь-А $S \pm \sigma_s$, Ян· 10^2	Крабовидная туманность $S \pm \sigma_s$, Ян· 10^2	Дева-А $S \pm \sigma_s$, Ян· 10^2
575	$42,36 \pm 1,02$	$38,21 \pm 1,07$	$10,86 \pm 0,32$	$4,13 \pm 0,18$

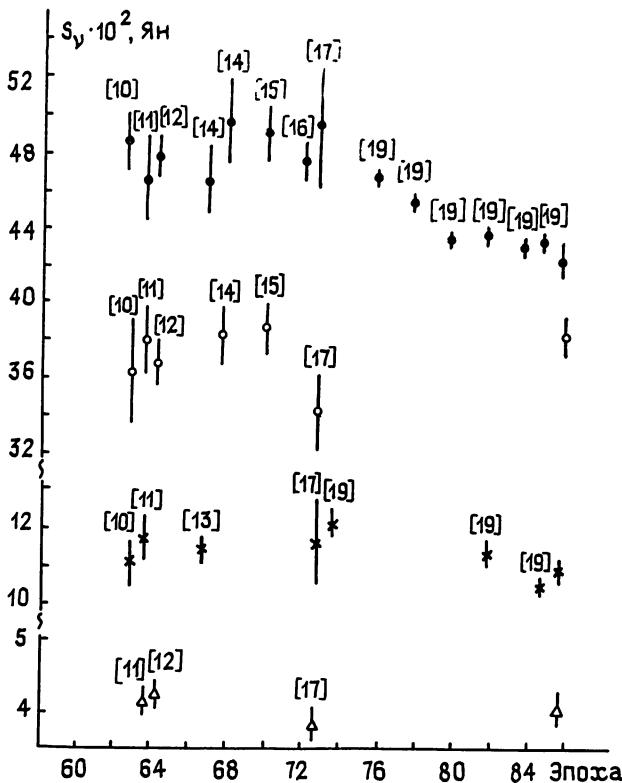


Рис. 1. ● — Кассиопея-А, ○ — Лебедь-А, × — Крабовидная туманность, Δ — Дева-А.

Данные настоящей работы относятся к эпохе $1985 \pm 0,1$.

На рис. 1 представлены данные измерений потоков радиоизлучения Кассиопеи-А, Лебедя-А, Крабовидной туманности и Девы-А в период 1962—1985 гг. по результатам [10—19] на частотах $575 \text{ МГц} \pm 10\%$ и настоящей работы. Все результаты приведены к частоте 575 МГц посредством пересчета по формуле

$$S_{575} = S_f (575/f[\text{МГц}])^{\alpha_{\text{ист}}}, \quad (1)$$

где значения спектральных индексов $\alpha_{\text{Кас}} = -0,82$ [20, 21], $\alpha_{\text{Леб}} = -1,04$ [22], $\alpha_{\text{кру, тум}} = -0,32$ [19, 21], $\alpha_{\text{Дева}} = -0,84$ [12, 19, 23]. Погрешности, связанные с некоторым произволом в выборе величин спектральных индексов, пренебрежимо малы ввиду близости рассматриваемых частот. Рис. 1 наглядно иллюстрирует сложный характер поведения во времени интенсивности радиоизлучения Кассиопеи-А. На монотонное убывание потока Кассиопеи-А («вековой ход») накладываются затухающие осцилляции с периодом порядка 6 лет [19]. Интенсивность радиоизлучения Крабовидной туманности, по данным измерений до 1974 г., оставалась стабильной, после этого времени наблюдалась нерегулярные изменения интенсивности и спектра во времени [18]. Результаты измерений (рис. 1) свидетельствуют о стабильном характере излучения Лебедя-А и Девы-А на всем наблюдаемом интервале времени. Эти экспериментально установленные закономерности, характерные для широкого диапазона частот, позволяют сопоставить результаты настоящих наблюдений с измерениями в диапазоне 60—150 см [2, 3], где спектр Кассиопеи-А соответствует эпохе 1983. Среднее убывание интенсивности, найденное на основании данных [19] для частоты 575 МГц, составляет $0,62\%$ в год. Интерполированный с учетом этого поток Кассиопеи-А, измеренный в настоящем эксперименте, в совокупности с данными [2, 3] приводит к значению спектрального индекса $\alpha_{\text{Кас}} = -0,84 \pm 0,1$ (эпоха 1983) в диапазоне 200—575 МГц. Что

касается Лебедя-А., результаты измерений [2, 3] и настоящей работы в пределах погрешностей хорошо аппроксимируются спектром [22], где этот источник выбран в качестве первичного эталона (хотя параметры спектра [3] несколько отличаются от коэффициентов [22], что естественно при анализе данных наблюдений в относительно узком частотном диапазоне).

В заключение авторы выражают благодарность С. П. Чекалеву и Н. М. Цейтлину за внимание к работе и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цейтлин Н. М., Мосалов И. В., Бахарев Н. В. и др. Препринт НИРФИ № 176. Горький, 1984.
2. Миллер М. Е. — Изв. вузов — Радиофизика, 1984, 27, № 7, с. 934.
3. Миллер М. Е. — Изв. вузов — Радиофизика, 1984, 27, № 11, с. 1468.
4. Цейтлин Н. М. Антенная техника и радиоастрономия. — М.: Сов. радио, 1976.
5. Востоков А. В., Сыретников В. П., Чекалев С. П. Тезисы докладов XVII Всесоюзной конференции по радиоастрономической аппаратуре и методам. — Ереван: АН Арм. ССР, 1985.
6. Haslam C. G. T., Salter C. S., Stoffel H., Wilson W. E. — Astron. Astrophys. Sup., 1982, 47, № 1, p. 1.
7. Howell T. F., Shakeshaft J. R. — Nature, 1967, 216, p. 753.
8. Webster A. S. — Mont. Not. Roy. Astr. Soc., 1974, 166, p. 355.
9. Дугин Н. А., Миллер М. Е., Семенова Л. Р. Тезисы докладов XVIII Всесоюзной конференции «Радиотелескопы и интерферометры». — Иркутск: СиБИЗМИР СО АН СССР, 1986.
10. Ласточкин В. П., Порфириев В. А., Станкевич К. С. и др. — Изв. вузов — Радиофизика, 1963, 6, № 3, с. 629.
11. Copway R. G., Daintrey E. G., Long R. S. — Mont. Not. Roy. Astr. Soc., 1965, 131, 159.
12. Бондарь Л. Н., Кротиков В. Д., Станкевич К. С., Цейтлин Н. М. — Изв. вузов — Радиофизика, 1965, 8, № 3, с. 437.
13. Алексеев В. А., Гатэлюк Э. Д., Дмитренко Д. А., Романычев А. А., Цейтлин Н. М. — Изв. вузов — Радиофизика, 1969, 12, № 2, с. 168.
14. Бондарь Л. Н., Зелинская М. Р., Каменская С. А. и др. — Изв. вузов — Радиофизика, 1969, 12, № 6, с. 807.
15. Троицкий В. С., Станкевич К. С., Цейтлин Н. М. и др. — Астрон. журн., 1971, 48, № 6, с. 1150.
16. Станкевич К. С., Иванов В. П., Пелюшенко С. А., Торхов В. А., Иванникова А. Н. — Изв. вузов — Радиофизика, 1973, 16, № 5, с. 786.
17. Цейтлин Н. М., Дмитриенко Д. А., Дмитриенко Л. В., Миллер Е. А. и др. — Изв. вузов — Радиофизика, 1976, 19, № 8, с. 1106.
18. Иванов В. И., Станкевич К. С. Тезисы докладов XV Всесоюзной конференции по радиоастрономии — Харьков: ИРЭ АН УССР, 1983.
19. Барабанов А. П., Иванов В. П., Станкевич К. С., Столяров С. П. Препринт НИРФИ № 207. Горький, 1986.
20. Алтуний В. И., Иванов В. П., Станкевич К. С. — Изв. вузов — Радиофизика, 1977, 20, № 7, с. 969.
21. Дмитренко Л. В., Снегирева В. В., Турчин В. И. и др. — Изв. вузов — Радиофизика, 1981, 24, № 1, с. 14.
22. Иванов В. П., Станкевич К. С. Препринт НИРФИ № 183. Горький, 1984.
23. Baars J. W. M., Genzel R., Pauliny-Toth I. I. K., Witzel A. — Astron. Astrophys., 1977, 61, p. 99.

Научно-исследовательский
радиофизический институт

Поступила в редакцию
23 мая 1986 г.

УДК 621.396.62:523.164

РАДИОМЕТР С МОДУЛЯЦИЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ

А. М. Асланян, А. Г. Гулян, В. Р. Карапетян, Р. М. Мартirosyan, Э. А. Нагдалян

Конечной целью при построении радиометрических приемников с данной шумовой температурой, полосой пропускания и постоянной времени интегрирования является достижение того, чтобы никакие иные эффекты, главным образом нестабильность усиления, не вызывали увеличения выходных флуктуаций сверх того, что уже установлено указанными параметрами. Наиболее просто эта задача решена в квазинулевом модуляционном радиометре, особенностью которого является исключение постоянной составляющей на выходе синхронного детектора в отсутствие сигнала, т. е. балансировка радиометра [1]. В статье описывается квазинулевой радиометр с модуляцией коэффициента усиления после квадратичного детектора.