

ОЦЕНКА УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ РАДИОИСТОЧНИКА
ЗС 48 НА ЧАСТОТЕ 60 МГЦ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ МЕРЦАНИЙ

В. Г. ПАНАДЖЯН

Поступила 20 сентября 1968

Приводятся результаты измерений и обсуждение характеристик мерцаний квазара ЗС 48 с целью оценки его угловых размеров. Путем сравнения кривых мерцаний радиосточников ЗС 48 и ЗС 119 угловой диаметр ЗС 48 в случае модели симметричного источника с гауссовским распределением радиояркости на уровне e^{-1} получен равным 0.5 .

В значениях оценок размеров квазара ЗС 48 имеются небольшие расхождения. В работе [1] на основе анализа его мерцаний на неоднородностях межпланетной плазмы на частоте 86 мц для верхнего предела угловых размеров дано значение 0.1 . А методом сравнения кривых мерцаний квазара ЗС 48 и неразрешенного источника ЗС 119 на частоте 178 мц угловые размеры ЗС 48 оценены в 0.3 [2]. По последним интерферометрическим измерениям на частоте 408 мц квазар ЗС 48 имеет угловые размеры $0.35 \cdot 0.25$ [3, 4].

В данной статье приводятся результаты и анализ наблюдений мерцаний радиосточника ЗС 48 на частоте 60 мц с целью определения его угловых размеров.

Наблюдения за мерцаниями источника ЗС 48 на неоднородностях межпланетной плазмы на частоте 60 мц проводились на ДКР-1000 (Радиоастрономическая станция ФИАН) с июня 1967 г. по июнь 1968 г. В качестве приемной аппаратуры был использован радиометр радиоастрономического отдела Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР с фазовым переключением. Постоянная времени выхода приблизительно 0.4 сек. Хорошая чувствительность приемной аппаратуры и сравнительно высокое значение потока источника ЗС 48 на частоте 60 мц позволяли получать высококачественные записи,

в которых антенная температура источника ЗС 48 превосходила шумовую температуру в среднем в 6 раз.

Следуя [1], из полученных записей были определены мера мерцаний $f = |\Delta I_{\text{max}}|/I$ в зависимости от углового расстояния от Солнца φ и квазипериод мерцаний T .

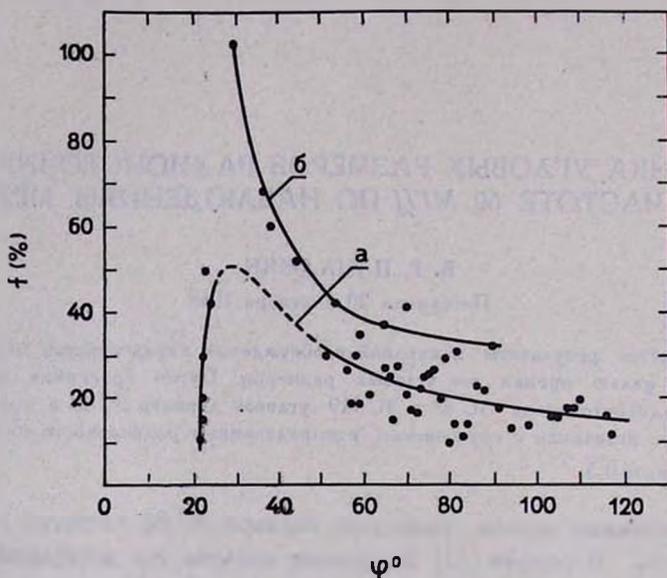


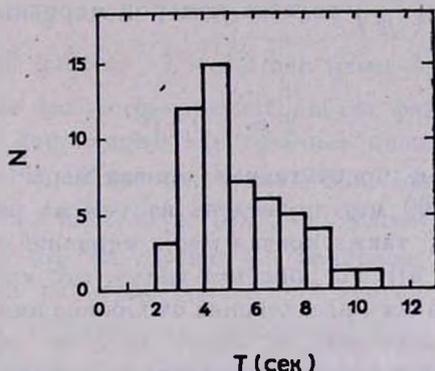
Рис. 1. Значение меры мерцаний для источника ЗС 48 на частоте $\nu = 60$ мГц. Кривая а) — зависимость среднего значения меры мерцаний \bar{f} от углового расстояния от Солнца φ , б) — пересчитанная кривая меры мерцаний точечного источника ЗС 119 на частоте $\nu = 60$ мГц.

На рис. 1. приведены полученные значения меры мерцаний для разных угловых расстояний источника ЗС 48 от Солнца, а кривая а) на этом рисунке представляет усредненный ход изменений меры мерцаний с угловым расстоянием от Солнца. В обозначенной пунктиром части кривой измерения не производились из-за помех. Как видно из рис. 1, мерцания уверенно наблюдаются на угловых расстояниях от Солнца до 120° . На близких расстояниях $\varphi = 22 \div 25^\circ$ мера мерцаний резко уменьшается. Значения меры мерцаний и квазипериода на близких расстояниях радионисточника от Солнца ($\varphi \approx 22 \div 25^\circ$) за период апрель-май 1968 г. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Дата	21.04	26.04	30.04	1.05	2.05	3.05	4.05	5.05	7.05	8.05	9.05	10.05	11.05	12.05
f (%)	Мера мерцаний меньше 10%								13	16	29	20	17	14
T (сек)									3.4	5.0	3.8	3.2	3.8	3.0

На рис. 2 приведена гистограмма квазипериодов мерцаний T . Из этой гистограммы видно, что наиболее вероятное значение среднего квазипериода мерцаний источника ЗС 48 на частоте 60 мц равно 4 ± 5 сек.

Рис. 2. Гистограмма квазипериодов мерцаний T для источника ЗС 48, $\nu = 60$ мц.

Сравнивая характеристики мерцаний известного точечного источника (зависимость меры мерцаний от углового расстояния от Солнца φ или квазипериод мерцаний T) с соответствующими характеристиками исследуемого источника, можно определить угловые размеры последнего, в случае, если он неточечный [2,5]. Если обозначить через g , меру мерцаний точечного источника на определенном угловом расстоянии от Солнца, а через \bar{f} меру мерцаний исследуемого источника, то, как показано в [2], в предположении гауссовского распределения радиояркости радиоисточника, для случая фазового экрана и набега фазы в неоднородностях $\Delta s^2 < 1$ угловые размеры исследуемого симметричного источника можно определить из соотношения

$$\frac{\bar{f}}{g} = \left[1 + 2 \left(\frac{L\theta_0}{\zeta_0} \right)^2 \right]^{-1/2}, \quad (1)$$

где L — расстояние неоднородностей от наблюдателя, $2\theta_0$ — угловой размер источника на уровне e^{-1} , ζ_0 — радиус корреляции электранных неоднородностей на наблюдаемом расстоянии источника от Солнца,

В качестве точечного источника используем ЗС 119 и пересчитаем кривую меры мерцаний на частоте 178 мц, приведенную в [2], на частоту 60 мц, считая, что набег фазы в неоднородностях межпланетной плазмы $\overline{\Delta s^2} < 1$. При малых набеге фазы мера мерцаний пропорциональна длине волны: $\bar{g}(\lambda) \sim \lambda$. Следовательно,

$$\bar{g}_{60 \text{ мц}} = \bar{g}_{178 \text{ мц}} \cdot \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right) = 3 \bar{g}_{178 \text{ мц}} \quad (2)$$

Кроме этого, при пересчете принимаем, что среднеквадратичная мера мерцаний $F = \left(\frac{\Delta f^2}{\bar{f}^2} \right)^{1/2}$ связана с мерой мерцаний \bar{f} в среднем соотношением [6]

$$F = \sqrt{0.5 \bar{f}^2} \quad (3)$$

Для сравнения пррссчитанная кривая меры мерцаний источника ЗС 119 на частоте 60 мц приведена на том же рис. 1 (кривая б)), на котором приведена также кривая меры мерцаний исследуемого источника ЗС 48 (кривая а)). Из рисунка видно, что кривая меры мерцаний источника ЗС 48 на всех расстояниях от Солнца ниже кривой меры мерцаний точечного источника, и кроме того на угловых расстояниях больше 50° кривые мер мерцаний обоих источников подобны. Из рис. 1 находим, что на угловом расстоянии от Солнца $\varphi = 60^\circ$

$$\frac{\bar{f}_{\text{ЗС48}}}{\bar{g}_{\text{ЗС119}}} = 0.7. \quad (4)$$

Это уменьшение меры мерцаний квазара ЗС 48 на таких угловых расстояниях от Солнца, где $\overline{\Delta s^2} < 1$, вызвано замазыванием дифракционной картины на Земле за счет его конечных угловых размеров.

Теперь определим радиус корреляции электронных неоднородностей. Для этой цели воспользуемся гистограммой квазипериодов. Размер дифракционной картины на Земле равен $l = v \cdot T$, где v — средняя скорость дифракционной картины на Земле, равная 235 км/сек [7]. Если автокорреляционная функция дифракционной картины имеет гауссовский вид, то ее радиус корреляции ζ связан со средним расстоянием между максимумами радиояркости соотношением [8]

$$\zeta = \frac{l}{2.6} = \frac{v \cdot T}{2.6} \quad (5)$$

Если межпланетная среда просвечивается неточечным радиоисточником, то радиус корреляции дифракционной картины увеличивается по сравнению с точечным в

$$\frac{\zeta_{\text{неточ}}}{\zeta_{\text{точ}}} = \left[1 + 2 \left(\frac{L\theta_0}{\zeta_0} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (6)$$

раз. Следовательно, учитывая (1), (4), (5) и (6), для радиуса корреляции дифракционной картины от точечного источника получаем

$$\zeta_{\text{точ}} = 0.7 \frac{\sigma \cdot T}{2.6} \quad (7)$$

который при $v = 235$ км/сек, $T = 4.5$ сек равен $\zeta_{\text{точ}} = 285$ км. В рассматриваемом случае фазового экрана и набега фазы $\overline{\Delta s^2} < 1$ величина $\zeta_{\text{точ}}$ равна радиусу корреляции электронных неоднородностей возмущающей среды ζ_0 [9]. Подставляя в (1) значение $\zeta_0 = \zeta_{\text{точ}} = 285$ км, принимая $L = 1$ а. е. и используя (4), для угловых размеров квазара ЗС 48 на частоте 60 мц на уровне e^{-1} получаем $2\theta_0 = 0.5$. Точность определения угловых размеров зависит от многих факторов, но в основном от точности определения отношения $\overline{f/g}$. По нашим оценкам $\overline{f/g} = 0.7 \pm 0.15$, которое для угловых размеров дает $2\theta_0 = 0.5 \pm 0.15$.

Таким образом на частоте 60 мц угловые размеры квазара ЗС 48 несколько больше, чем на сравнительно высоких частотах и в основном хорошо согласуются со значениями угловых размеров ЗС 48, приведенными в [2-4, 10].

В заключение заметим, что полученное уменьшение меры мерцаний на угловых расстояниях от Солнца, где $\overline{\Delta s^2} < 1$, можно интерпретировать и иначе. Исходя из (4), можно сказать что только 70% общего потока радиоизлучения квазара ЗС 48 излучается областью, угловой диаметр которой ≤ 0.1 , а остальные 30 процентов, которые не дают вклада в мерцания, излучаются областью, диаметр которой $\geq 1''$.

Какой именно случай имеет место в действительности, можно было бы установить при наличии гистограммы квазипериодов мерцаний точечного источника на частоте 60 мц.

Автор выражает благодарность В. В. Виткевичу за ценные замечания, а также за любезное предоставление возможности проведения данной работы на ДКР-1000.

AN ESTIMATION OF ANGULAR DIMENSIONS OF RADIO SOURCE 3C 48 AT 60 *mhz* FROM INTERPLANETARY SCINTILLATIONS

V. G. PANAJIAN

The characteristics of the intensity fluctuations of quasar 3C 48 at 60 *mhz* are analysed to estimate its angular dimensions. The intensity fluctuation curve of quasar 3C 48 is compared with that of the point source 3C 119. In the case of circularly symmetrical Gaussian source model the angular dimensions of quasar 3C 48 on the level e^{-1} are seen to be equal to 0.5.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Т. Д. Антонова, В. В. Виткевич, В. И. Власов, Тр. ФИАН, 38, 80, 1967.
2. L. T. Little, A. Hewish, M. N., 138, 393, 1966.
3. B. Anderson, W. Donaldson, Nature, 205, 375, 1965.
4. B. Anderson, W. Donaldson, M. N., 137, 81, 1967.
5. L. T. Little, A. Hewish, M. N., 134, 3, 1968.
6. В. В. Виткевич, Препринт ФИАН, 1966.
7. В. В. Виткевич, В. И. Власов, Препринт ФИАН, 1966.
8. I. Ratcliffe, Rept. Progr. Phys., 19, 188, 1956.
9. В. В. Писарева, Астрон. ж., 35, 112, 1958.
10. M. W. Cohen, Ap. J., 150, 767, 1967.