

В. Г. ПАНАДЖЯН

ЧАСТОТНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ МЕРЦАНИЙ

Одной из основных характеристик межпланетных мерцаний дискретных радионисточников малых угловых размеров является возмущение фазы волны на неоднородностях межпланетной плазмы. В частности, иногда необходимо бывает установить, на каких угловых расстояниях от Солнца ф возмущение фазы волны $\overline{\Delta S_0^2}$ меньше одного радиана на данной частоте. Отдельные наблюдения на одной частоте не решают эту задачу, поскольку кривая меры мерцаний $F(\varphi)$ имеет загиб вниз при приближении радионисточника к Солнцу. Вопрос о величине возмущения фазы волны можно решать также методом исследования частотной корреляции мерцаний. Кроме этого, по степени корреляции флуктуаций на разных частотах можно установить режим флуктуаций по Солпитеру [1].

Для исследования частотной корреляции мерцаний интенсивности излучения радионисточников малых угловых размеров обычно их одновременно наблюдают на двух (или более) частотах на одном пункте. В случае когда $\overline{\Delta S_0^2} < 1$ на обеих частотах, мерцания на этих частотах должны коррелировать, т. е. флуктуации на разных частотах должны по фазе повторять друг друга, и, следовательно, коэффициент частотной корреляции должен быть достаточно велик ($R \approx 0,5$), а среднеквадратичный индекс флуктуаций — $F^{1/2}$ должен быть пропорционален длине волны применяемого радиоизлучения. В противном случае, когда $\overline{\Delta S_0^2} > 1$, корреляция на разных частотах резко ухудшается, поскольку в этом случае размер дифракционной картины зависит от возмущения фазы волны.

Экспериментальному исследованию функции частотной корреляции межпланетных мерцаний посвящены работы [2, 3]. В них изучение этой функции произведено по результатам нескольких сеансов наблюдений, охватывающих небольшой диапазон угловых расстояний радионисточников от Солнца. Хьюиш и сотрудники проводили 5 сеансов наблюдений ($\Delta\varphi = 16^\circ$) на частотах 81 и 178 МГц [2], а Т. Д. Антонова наблюдала частотную корреляцию мерцаний на частотах 60 и 86 МГц. У нее тоже 5 сеансов наблюдений, которые прикрывают угловые расстояния $\Delta\varphi = 10^\circ$ [3].

Наблюдения мерцаний одновременно на двух частотах нами, в основном, проводились на сравнительно низких частотах 40 и 60 МГц и реже на 60 и 86 МГц [4]. Эти наблюдения проводились в 1968 г. на антенне

ДКР-1000 на радиоастрономической станции ФИАН СССР. На рис. 1 и 2 приведены одновременные записи мерцаний радиоисточника 3С144 на частотах 86, 60 и 40 $M\mu$.

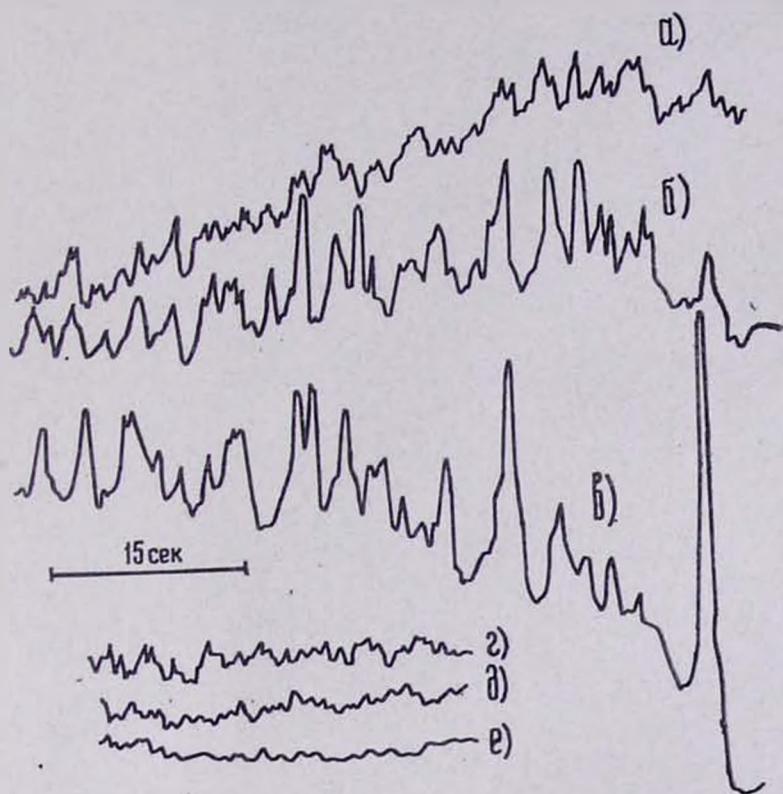


Рис. 1. Отрезки из одновременных записей радиоисточника 3С 144 на трех частотах: а) 86 $M\mu$, б) 60 $M\mu$, в) 40 $M\mu$. Внизу показаны соответствующие шумовые дорожки записей.

Из приведенных записей видно, что флуктуации интенсивности принимаемого радиоизлучения на разных частотах хорошо коррелированы, т. е. они на разных частотах достаточно хорошо повторяют друг друга.

Обработка одновременных записей мерцаний на разных частотах заключается в вычислении автокорреляционных и кросскорреляционных функций флуктуаций принимаемого излучения. Для этого из записей через интервалы 1 мм (1 мм соответствует 0,375 сек) были сняты значения флуктуаций интенсивности $\Delta I_i(t)$ относительно их среднего значения. Далее по значениям $\Delta I_i(t)$ вычислялись нормированные автокорреляционные и кросскорреляционные функции на ЭВМ.

По кросскорреляционным функциям определялись коэффициенты частотной корреляции мерцаний. При этом за коэффициент частотной корреляции брали максимальное значение кросскорреляционной функции, по-

сколькx некоторые кросскорреляционные функции показали смещение максимального значения от нулевого временного (пространственного) разности, обусловленные рефракцией радиоволн на радиальном градиенте элек-

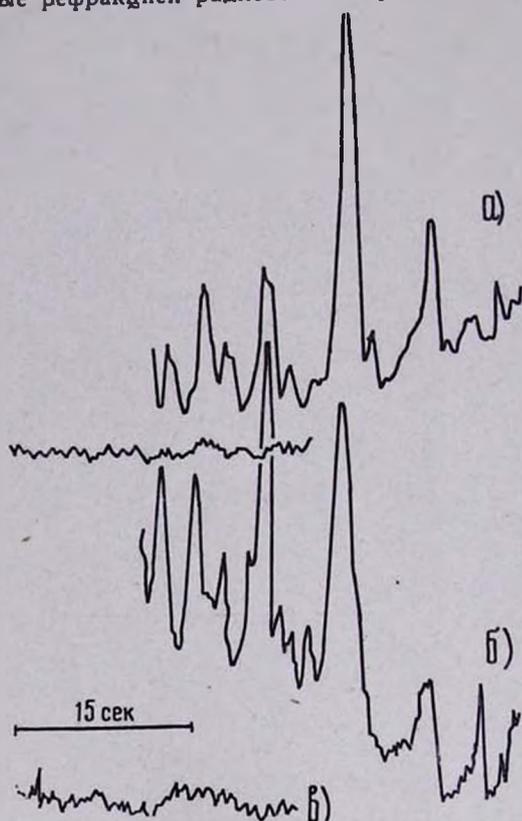


Рис. 2. Одновременные записи ЗС 144 на 60 (а) и 40 Мц (б). Внизу показаны соответствующие шумовые дорожки записей.

тронной концентрации от Солнца. На рис. 3 показаны полученные зависимости коэффициентов частотной корреляции от углового расстояния мерцающего радиоисточника от Солнца φ . Нанесенные на рис. 3 кривые соответствуют наиболее вероятному ходу изменения коэффициента частотной корреляции от φ . Как видно из рис. 3, коэффициенты частотной корреляции достаточно велики, т. е. имеется кросскорреляция на разных частотах в указанном интервале частот. Более того, поскольку на величину коэффициента частотной корреляции влияют накладываемые на мерцания шумы записи в сторону его уменьшения, то полученные значения коэффициента частотной корреляции практически надо увеличить на 10—20%, в зависимости от величины отношения интенсивностей флуктуации шумов. Из рис. 3а видно, что с увеличением углового расстояния радиоисточника от центра Солнца коэффициент частотной корреляции увеличивается и стре-

мится к единице. Поскольку коэффициент частотной корреляции (без учета его понижения из-за шумов записи) уже на угловых расстояниях $\varphi > 40^\circ$ достаточно велик ($R > 0,5$), а на сравнительно малых угловых рас-

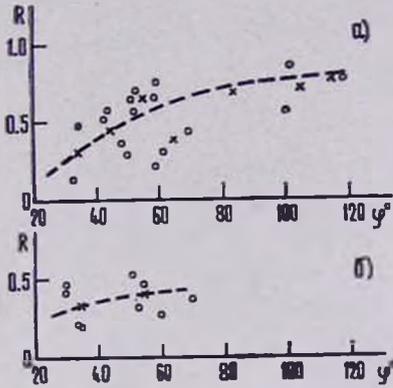


Рис. 3. Зависимость коэффициента частотной корреляции R от углового расстояния мерцающего радиосточника от Солнца φ : а) частоты 60—40 $M\mu$, б) частоты 86—60 $M\mu$. \circ — измеренные значения, \times — усредненные значения за $\Delta\varphi = 10^\circ$.

стояниях от Солнца он падает иногда до 0,2, то это нам дает основание утверждать, что на угловых расстояниях $\varphi \geq 40^\circ$ (соответствующее радиальное расстояние луча зрения от центра Солнца $r \geq 0,65$ а. е.) возмущение фазы волны вплоть до частоты $\nu = 40 M\mu$ меньше одного радиана. Однако имеющиеся у нас данные недостаточны, чтобы уверенно сказать, при каких значениях φ возмущение фазы волны больше одного радиана на частотах 40 и 60 $M\mu$. Таким же образом по кривой рис. 3б можно сказать, что для частот $\nu \geq 60 M\mu$ $\Delta\bar{S}_0^2 < 1$ на угловых расстояниях источника от Солнца $\varphi \geq 30^\circ$.

В заключение отметим, что наши оценки возмущения фазы волны на неоднородностях межпланетной плазмы хорошо согласуются с имеющимися данными $\Delta\bar{S}_0^2$, вычисленными из данных межпланетных мерцаний другим методом — по известным значениям индексов флуктуаций и размерам неоднородностей [5].

Апрель 1973 г.

Վ. Գ. ՓԻՆԱԶՅԱՆ

ՄԻՋՄՈՂՈՐԱԿԱՍՅՈՒՆ ԱՌԻԱՅՄՈՒՄՆԵՐԻ ԷԱՃԱԽԱՅԻՆ ԿՈՐԵԼԱՑԻԱՆ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Տարբեր հաճախությունների վրա (86, 60, 40 մհց) միջմոլորակային առկայծումների միաժամանակյա դիտումների հիման վրա հաշվված են առկայծումների հաճախային կորելացիոն ֆունկցիաները և, ըստ վերջիններիս

մաքսիմումի, ստացված են հաճախային կորելացիայի գործակիցները: Բերված են կորելացիայի գործակիցների փորձնական կորերը: Նրանց հիման վրա սույց է տրված, որ $\nu \gg 40$ մհց հաճախությունների համար ռադիոալիքի ֆազի գրգռման միջին քառակուսային արժեքը փոքր է 1 ռադիանից Արեգակի կենտրոնից $r_0 \gg 0,65$ ա.մ. հեռավորությունների վրա:

V. G. PANADJIAN

FREQUENCY CORRELATION OF THE INTERPLANETARY SCINTILLATIONS

S u m m a r y

From the simultaneous records of interplanetary scintillations at different frequencies (86, 60, 40 MHz) the frequency correlation functions were computed and from their maximum the correlation factors are obtained. The experimental curves of frequency correlation factors are presented.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. E. E. Salpeter, Ap. J., 147, 433, 1967.
2. L. T. Little, A. Hewish and P. A. Dennis, Plan. Sp. Sci., 14, 1221, 1966.
3. Գ. Դ. Անտոնովա, Астрон. цирк., № 468, 1968.
4. Վ. Գ. Փանաճյան, Каяд. дисс., Горький, 1972.
5. L. T. Little, Astr. and Arh., 10, 301, 1971.