

УДК 621.327.1

С.В.Зиновьев (5 курс, каф. РФ), А.П.Лавров, д.ф.-м.н., проф.

## ДИСПЕРСИЯ АЛАНА. ИЗМЕРЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКОВ С ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

ABSTRACT: The method of Allan variance measurement is being presented in this research paper. The influence of different spectral components in output signal on  $\sigma_A(T)$  behavior and values  $T_{min}$  when  $\sigma_A$  has minimum  $\sigma_{Amin}$ , as well as weak signal pick up from noise in lock-in system with different switch time values has been modeled. The stability investigation results both for acoustooptic 1000-channel spectrum analyzer alone and for its conjunction with radioastronomical microwave receiver in real observation at radiotelescope are being reported, and instability sources in these systems are being discussed.

Современная радиофизика представляет большие требования к соотношению сигнал/шум в электронной аппаратуре, особенно если сигнал скрыт под сильными и флуктуирующими шумами. Один из методов решения поставленной задачи заключается в нахождении разности между двумя независимыми измерениями. Первым, когда производится измерение шумов системы без полезного сигнала и вторым, со слабым сигналом на фоне шумов. Многократные операции нахождения разности и интегрирование по всему периоду работы, дает возможность обнаружить факт наличия сигнала и зафиксировать его некоторые усредненные параметры. Казалось бы, чем больше время интегрирования, тем точнее результат. Подобный подход имеет недостаток. При интегрировании по большому промежутку времени начинает сказываться наличие сильной низкочастотной компоненты шума. Поэтому, результат может иметь противоположный характер: не уменьшение соотношения сигнал/шум, а наоборот – увеличение. Таким образом, появляется вопрос нахождения оптимального времени интегрирования, когда низкочастотная компонента шума еще не оказывает сильного влияния. Найденное время –  $T_{opt}$  характеризует стабильность системы и должно быть использовано в качестве оптимального периода интегрирования, при проведении прецизионных измерений.

Представленная статья предлагает простой, и надежный метод определения времени  $T_{opt}$  с помощью дисперсии Алана. Пусть  $r(t')$  – является исходным, шумовым сигналом. Тогда, проинтегрировав по периоду  $T$ , получим два значения среднего:

$$R_1(t) = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} r(t') dt' \quad \text{и} \quad R_2(t) = \frac{1}{T} \int_{t+T}^{t+2T} r(t') dt'.$$

Разница,  $D(t) = R_1(t) - R_2(t)$ , стремится к нулю при  $t \rightarrow T$ . Найдем среднеквадратичное отклонение  $D(t)$ :  $\sigma^2(T) = \langle D^2 \rangle - \langle D \rangle^2$ . Учитывая, что среднее по периоду  $\langle D \rangle = 0$ , дисперсия Алана будет иметь вид:  $\sigma_A^2(T) = \langle 1/2 \cdot (R_1 - R_2)^2 \rangle = 1/2 \cdot \sigma^2(T)$ . Вычисляя для каждого значения  $T$  свою величину  $\sigma_A^2$  – получим зависимость  $\sigma_A^2(T)$ . Тогда  $T_{opt}$  – это такое  $T$ , когда  $\sigma_A^2(T)$  имеет минимальное значение в этой точке.

В работе показано влияние смоделированных спектральных составляющих шумового сигнала на поведение кривой  $\sigma_A^2$ . Зависимость величины  $T_{opt}$  от соотношения различных спектральных составляющих в результирующем, смоделированном шуме.

Приведены результаты анализа экспериментальных данных, полученных с помощью акустооптического анализатора спектра (АОС) на радиотелескопе РТ-64 (г. Калязин), в

отсутствии полезного сигнала (с заглушкой) и с подключенным приёмником (антенна радиотелескопа была направлена в зенит).

Обсуждается стабильность и других измерительных устройств.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Schieder R., Rau G., Vowinkel B. Characterization and measurement of system stability // Proc. SPIE.- V.598.- P.189-192.