

## МЕТОД ЗА АНАЛИЗ НА СПЕКТЪР НА СИГНАЛИ

д-р инж. Николай Иванов Петров  
Авиационна изследователска база на ВВС - София

**ABSTRACT:** Method for analysis on the spectrum of signals. There are different methods for analysis spectrum of signals, by tests, controls and diagnostics technical conditions electronic systems. Use on effect of reflection signals is important stage of create on multifunctional devices for analysis spectrum of signals. After reflection signal is analyses we see that there are informacion about influence signal.

It is possible to analyse spectrum of signals inareal time scale according to lecture [2]. We use extra generators and methods with three impulse. It is difficalt to practice this three impulses method.

There is another possibility to analyse spectrum of signals with two impulses method.

**ИЗЛОЖЕНИЕ:** Предложено е при анализиране на спектър на сигнали да се използва двумимпулсен метод. За тази цел анализирания сигнал преди да се подаде на съответната електронна схема(ЕС) се преобразува чрез сигнал от хетеродин. В качеството на сигнал от хетеродина е предложено да се използва импулс с линейна честотна модулация(ЛЧМ), спектралната функция на който има следния вид[1,3]:

$$S_{\text{ХЕТ}}(j\omega) = \frac{V(t)}{2} \sqrt{1/\beta_{\text{ХЕТ}}} \cdot \exp\left\{j\left[\frac{(\omega - \omega_0)^2}{2\beta_{\text{ХЕТ}}} - \frac{\pi}{4}\right]\right\}, \quad (1)$$

където:  $V(t)$  - амплитуда на импулса;

$\omega_0$  - средна честота на спектърта на импулса;

$\beta_{\text{ХЕТ}} = \frac{\Delta\omega}{\tau_{\text{и}}}$  - скорост на изменение на честотата на радиоимпулса;

$\Delta\omega$  - девиация на честотата на радиоимпулса;

$\tau_{\text{и}}$  - продължителност на радиоимпулса.

Спектралната плътност на преобразувания сигнал  $S_{\text{ГР}}(j\omega)$  на изхода на смесителя определяме от (1), чрез използване на следния интеграл:

$$S_{\text{ГР}}(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{\text{А}}(j\omega) S_{\text{ХЕТ}}[j(\omega - \nu)] d\nu, \quad (2)$$

където:  $S_{\text{А}}(j\nu) = \int_0^{\tau_{\text{и}}} f(\tau) \exp(-j\nu\tau) d\tau$  - спектрална функция на изследвания сигнал.

Поставяме  $S_{\Lambda}(j\omega)$  и (1) във формула (2) и след съответни преобразования получаваме:

$$S_{\text{ИП}}(j\omega) = \frac{V(t)}{2} \cdot \sqrt{2\pi} \int_0^{t_0} f(\tau) \cdot \exp\{j[(\omega - \omega_0)\tau + \beta\tau^2/2]\} d\tau \quad (3)$$

Така преобразувания сигнал се подава на входа на изследваната ЕС. На входа на същата ЕС се подава и спомагателен импулс с ЛЧМ директно от хетеродина, като трябва да се има предвид, че скоростта на изменение на честотата в преобразувания и спомагателния импулс са различни, т.е.:

$$\frac{2\Delta\omega_{\text{ХЕТ}}}{\tau_{\text{ХЕТ}}} \neq \frac{2\Delta\omega_{\text{ЧМ}}}{\tau_{\text{ЧМ}}} \quad (4)$$

Отразеният ехо-сигнал(ОЕС) от изхода на изследваната ЕС, ще се определя от следния израз:

$$\begin{aligned} u_{\text{ОЕС}}(t) &= K \cdot \text{Re} \left\{ \int_{-\infty}^{+\infty} S_{\text{ИП}}(j\omega) S_{\text{ЧМ}}^2(j\omega) \exp(j\omega t) d\omega \right\} = \\ &= K \cdot \text{Re} \left\{ \int_{-\infty}^{+\infty} \int_0^{t_0} f(\tau) \cdot \exp\{-j[(\omega - \omega_0)\tau - \beta_{\text{ХЕТ}}\tau^2/2]\} d\tau \right\} \cdot \\ &\cdot \exp\left\{-j\left[\frac{(\omega - \omega_0)^2}{2\beta_{\text{ЧМ}}} - \frac{\pi}{4}\right]\right\} \exp(j\omega t) d\omega \Bigg\}, \end{aligned} \quad (5)$$

където:  $K$  - коефициент определен от формата и продължителността на радиоимпулса.

След съответни преобразования (5) се преобразува във следната формула:

$$u_{\text{ОЕС}}(t) = K \cdot \text{Re} \left\{ \frac{\exp[j(\omega_0 t - \beta t^2/4)] \int_0^{t_0} f(\tau) \cdot \exp\left\{j\left[\frac{\beta_{\text{ЧМ}}\tau t}{2} + \frac{\beta_{\text{ЧМ}}\tau^2}{4} - \frac{\beta_{\text{ХЕТ}}\tau^2}{2}\right]\right\} d\tau}{\exp\left\{j\left[\frac{\beta_{\text{ЧМ}}\tau t}{2} + \frac{\beta_{\text{ЧМ}}\tau^2}{4} - \frac{\beta_{\text{ХЕТ}}\tau^2}{2}\right]\right\}} \right\} \quad (6)$$

Ако във получената формула (6), се въведе условието  $\beta_{\text{ЧМ}} = 2\beta_{\text{ХЕТ}}$ , то тя се преобразува във вид:

$$u_{\text{оес}}(t) = K \cdot \text{Re} \left\{ \exp[j(\omega_0 t - \beta_{\text{чм}}/4)] \int_0^t f(\tau) \exp\left(j \frac{\beta_{\text{чм}} \tau t}{2}\right) d\tau \right\}. \quad (7)$$

Формула (7), се явява преобразуване на Фурие от анализирания сигнал с честота:

$$\Omega(t) = \frac{\beta_{\text{чм}} t}{2}. \quad (8)$$

Разрешаващата способност на предложения метод за анализ на спектър на сигнали, се определя от израза  $\Delta f_1 \geq 1/\tau_{\text{чм}}$  при анализ на хармонични сигнали и от израза  $\Delta f_2 \geq (2\Delta f_{\text{хет}} - \Delta f_c)/2\tau_{\text{чм}}$  при анализ на радиосигнали.

Преобразуването от временната област в честотната област се извършва по формула  $\Delta f = k \Delta t/2$ , където  $k$  - мащабен коефициент с дименсия  $[\text{kHz}/\mu\text{s}]$ .

#### ИЗВОД:

Предложен е опростен двумимпулсен метод за анализ на спектър на сигнали преминаващи през електронни схеми.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Лезин Ю.С., Введение в теорию и технику радиотехнических систем, изд. "Радио и связь", Москва, 1986.

[2] Соколов С.Л., Иванов Ю.В., Способ анализа спектра радиосигналов, Авт. свидетельство №676941, Бюл. изобр. и откр. №28, Москва, 1979.

[3] Бочев В.Б., Метод за прогнозиране изменението на контролираните по телеметричен път параметри на авиационна техника, сп. "Електроника и електротехника", кн. 9-10, София, 2000.