

Ромашов В.В., Ромашова Л.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: romashovmurot@mail.ru*

### Регрессионные модели шумовых характеристик звеньев радиоустройств

Одной из основных технических характеристик, определяющей качество синтезаторов частот и устройств формирования сигналов, является спектральная плотность мощности (СПМ) фазовых шумов  $S(F)$ , которая характеризуется отношением мощности шумов на частоте  $F$  одной боковой полосы в полосе частот 1 Гц к мощности сигнала.

Для теоретического анализа шумовых характеристик радиоустройств используют модели СПМ фазовых шумов звеньев на основе степенных функций. Такие модели известны и используются для всех основных функциональных узлов радиосистем и существенно упрощают анализ и проектирование устройств синтеза частот, формирователей сигналов и других устройств, позволяя обойтись без сложных экспериментальных исследований.

Для повышения точности моделей и повышения достоверности теоретического анализа шумовых характеристик звеньев радиоустройств предлагается обобщенная модель СПМ фазовых шумов вида

$$S(F) = \frac{10^{k_4}}{F^4} + \frac{10^{k_3}}{F^3} + \frac{10^{k_2}}{F^2} + \frac{10^{k_1}}{F^1} + 10^{k_0},$$

где коэффициенты  $k_i$  – отражают уровень соответствующих шумовых составляющих.

Для определения коэффициентов модели для конкретного типа генератора по имеющимся экспериментальным шумовым характеристикам воспользуемся моделью СПМ фазовых шумов на основе регрессии выборки данных линейной комбинацией функций вида

$$g(F) = \sum_{i=0}^4 C_i F^{-i}, \text{ где } C_i = 10^{k_i}.$$

При этом по точкам экспериментальной характеристики СПМ фазовых шумов с помощью, например, программы Маткад можно определить коэффициенты  $C_i$ . Для этого используется функция  $\text{linfit}(F,S,g)$  – вектор параметров линейной комбинации функций пользователя, осуществляющей регрессию данных,  $F$  – вектор действительных данных аргумента (частоты отстройки), элементы которого расположены в порядке возрастания;  $S$  – вектор действительных значений того же размера (значений СПМ фазовых шумов);  $g(F)$  – пользовательская векторная функция скалярного аргумента.

Далее по формулам  $k_i = \lg C_i$  вычисляются коэффициенты.

Предлагаемый подход определения коэффициентов математической модели спектральной плотности мощности фазовых шумов на основе экспериментальных шумовых характеристик применен для генераторов сигналов и цифровых вычислительных синтезаторов и позволил существенно повысить (на 3-10 дБ/Гц) точность моделей.