Кропотов Ю.А., Холкина Н.Е.
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: kaf-eivt@yandex.ru

Оценивание характеристик стационарных акустических сигналов в телекоммуникационных системах

К наиболее интересным, с точки зрения обработки сигнала в системах аудиообмена, характеристикам стационарных сигналов относятся одномерная функция распределения, корреляционные функции, начальные и центральные моменты высоких порядков, энтропия, коэффициент качества шума, семиинварианты, а также спектры первого и высокого порядка и информация Кульбака.

Искажения, возникающие при преобразовании акустической энергии в электрический сигнал, а также нелинейные искажения в каналах передачи можно оценить по виду функции распределения. Это объясняется различиями в нелинейных и инерционных характеристиках преобразователей. Нелинейность преобразователя может особенно проявить себя при высоком уровне помехи. Изменение характеристик выходного сигнала обусловливается также и перемещениями преобразователя относительно источника акустического сигнала. В любом случае, независимо от причины, возможное влияние характеристик преобразователя на результаты обработки акустического сигнала не должно остаться без внимания.

В качестве меры отклонения распределения случайной величины X, характеризуемой плотностью вероятности $f(x,\varphi)$, от распределения с плотностью $f(x,\theta)$ часто используется информация Кульбака

$$I(\varphi,\theta)=E_{\varphi}\left\{\log\frac{f(X,\varphi)}{f(X,\theta)}\right\}=\int f(x,\varphi)\log\frac{f(x,\varphi)}{f(x,\theta)}d\mu(x). \tag{1}$$

Эта функция равна нулю, если плотности вероятности $f(x,\varphi)$ и $f(x,\theta)$ по мере $\mu(x)$ совпадают между собой. Иначе $I(\varphi,\theta)>0$.

Пусть плотность вероятности случайной величины x на выходе линейного преобразователя равна $f(x,\theta)$, а на выходе нелинейного преобразователя – $f(x,\varphi)$, то информация Кульбака

$$I(\varphi,\theta)=\int f(x(\xi),\theta)\left|\frac{dx(\xi)}{d\xi}\right|\log\left|\frac{dx(\xi)}{d\xi}\right|d\xi. \tag{2}$$

где $\xi=\xi(x)$, случайная переменная на выходе нелинейного преобразователя – является его монотонной нелинейной функцией, а $x(\xi)-$ это обратная функция.

В качестве меры отклонения от нормального распределения используется выражение

$$H=-\int f(x,\theta)\log f(x,\theta)dx, \tag{3}$$

именуемое энтропией случайной величины. Своего максимального значения (3) достигает на гауссовом распределении $f(x,\theta)$.

Введем коэффициент качества шума η :

$$\eta=\frac{1}{2e\pi}e^{2H(x)}, \tag{4}$$

который удовлетворяет неравенству $\eta\le 1$, если случайная величина X отклоняется от гауссового распределения.

Для оценки асимметрии распределений и выделения негауссового сигнала на фоне гауссовых помех можно использовать моменты, полиспектры и кумулянтные функции высших порядков, поскольку для гауссовых помех все семиинварианты второго и более высокого порядка равняются нулю.

В качестве оценки близости распределения экспериментальных данных к принятой модели используют также различные критерии согласия. Однако в силу сложности реализации обычно ограничиваются лишь некоторыми параметрами распределений, типа приведенных выше. Традиционным является применение при оценке точности моделей математических ожиданий и дисперсий.

В работе исследуются вопросы формирования моделей стационарных сигналов линейными системами с постоянными параметрами и нелинейными системами, описываемыми функциональными рядами второго, третьего порядков. Решение задачи идентификации параметров стационарных и нестационарных акустических сигналов дает возможность разрабатывать алгоритмы обработки и сжатия сигналов для передачи по телекоммуникационным каналам и в системах аудиообмена.

Литература

1. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002, 439 с.
2. Белов А.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Вопросы обработки экспериментальных временных рядов в электронной системе автоматизированного контроля // Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая.–2010.- №1. - С. 95-101- Библиогр.: с. 101.