

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО СИГНАЛА ЧЕРЕЗ КАНАЛ С ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ ЗАДЕРЖКОЙ

Метод моделирования прохождения случайного сигнала через канал с флукутирующей задержкой позволяет свести цифровое моделирование прохождения сигнала через канал со случайно изменяющейся во времени задержкой к сравнительно простому формированию выборок процесса на выходе канала.

Рассмотрим упрощенную процедуру нахождения выборок выходного процесса  $y(t)$  (см. рисунок).

Оценив интервал дискретизации  $\Delta t$  выходного процесса по частотным характеристикам канала и входного процесса  $x(t)$ , определяем амплитуды выборок выходного процесса в моменты  $n\Delta t$  как суммы таких выборок  $x(t_i)$  входного процесса, для которых справедливо

$$t_i = n\Delta t - \tau(t_i), \quad (1)$$

где  $\tau(t)$  — процесс, описывающий случайные флукутации временной задержки в канале. Значения  $\tau(t_i)$ , удовлетворяющие с требуемой степенью точности соотношению (1) для каждого  $n\Delta t$ , находим методом последовательных итераций, формируя выборки процесса  $\tau(t)$  одним из известных способов [1].

Некоторые затруднения возникают в связи с необходимостью формировать выборки входного процесса в произвольные моменты времени, поскольку величина  $\tau(t_i)$  случайна, тогда как традиционные алгоритмы позволяют получать лишь равномерно расположенные выборки. Затруднений можно избежать, изменив процедуру формирования выборок случайного процесса, предложенную в работе [1].

Алгоритм формирования  $n$ -й выборки нормального процесса с заданной функцией корреляции  $R_x(\tau)$  из набора равномерно распределенных на интервале  $[0, 1]$  случайных величин  $\xi_i$  имеет вид

$$x_n = x(n\Delta t) = \sum_{k=-p}^p h(k\Delta t) \xi[(n-k)\Delta t]; \quad (2)$$

здесь  $p$  — число суммируемых выборок, определяемое скоростью затухания корреляционной функции и требуемой степенью точности воспроизведения процесса  $x(t)$ ;  $h(t)$  — импульсная переходная характеристика формирующего фильтра

$$h(t) = \frac{1}{\pi \sqrt{2G_0}} \int_{-\infty}^{\infty} \left| \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos \omega \tau d\tau \right|^{1/2} e^{j\omega t} d\omega, \quad (3)$$

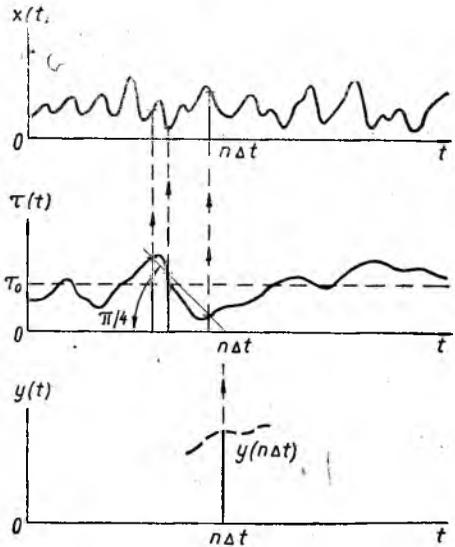
где  $G_0$  — спектральная плотность процесса  $\xi$ .

Введя новый интервал квантования  $\Delta t_1$ , определяемый как

$$\Delta t_1 = \frac{t}{[t/\Delta t + 1]_{ц}} \quad (4)$$

(индекс «ц» означает целую часть числа в скобках), получим алгоритм формирования выборки  $x(t)$  в момент  $t$

$$x(t) = \sum_{k=-p}^p h \left\{ k \frac{t}{[t/\Delta t + 1]_{ц}} \right\} \xi \left\{ (n-k) \frac{t}{[t/\Delta t + 1]_{ц}} \right\}. \quad (5)$$



Выражение (5) позволяет сформировать выборку для произвольного момента времени и, таким образом, сравнительно просто реализовать предложенный метод моделирования процесса на выходе канала со случайно флуктуирующей задержкой.

Список литературы: 1. Быков В. В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М., Сов.р адио, 1971. 328 с.

V. V. Dugin, I. S. Tetelbaum

#### DIGITAL SIMULATION OF RANDOM SIGNAL TRANSMISSION THROUGH THE CANAL WITH FLUCTUATING DELAY

Digital computer simulation of random signal transmission through the canal with fluctuating delay method basing on forming the accounts of delay and the accounts of input process in irregular moments of time determining by the delay is proposed.