

КВАДРАТУРНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ДИСКРЕТНО-НЕПРЕРЫВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОСИГНАЛА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Карпович П.И. Какора В.А.

Чердынцев В.А. – д-р техн. наук, профессор

Сигналы с дискретно-непрерывными параметрами нашли широкое применение в современных системах передачи информации, радиолокации и радионавигации. Ниже описан способ линейной квадратурной фильтрации дискретно-непрерывных параметров радиосигнала.

Пусть на входе приемника наблюдается аддитивная смесь $r(t)$ сигнала и шума. Статистические свойства помехи $n(t)$, представляющей гауссовский белый шум, считаются известными и определяются следующими соотношениями:

$$\langle n(t) \rangle = 0;$$

$$R_n(t_1, t_2) = \langle n(t_1)n(t_2) \rangle = \frac{N_0}{2} \delta(t_1 - t_2),$$

где $\frac{N_0}{2}$ – спектральная плотность шума.

Представим математическую модель радиосигнала в обобщенном виде

$$s(t, X, \beta) = A(t, X) \cos[\omega_0 t + \psi(t, X) + \beta],$$

где $A(t, X)$ и $\psi(t, X)$ – известные функции времени и информационного параметра X , а случайное начальное значение фазы β равномерно распределена в пределах $[0, 2\pi]$.

Целью обработки является формирование оценок максимального правдоподобия информационного параметра X , причем в случае двоичных символов кодирующих информационный параметр X принимает только 2 значения $\{\pm 1\}$, в случае же m -ичного кодирования сообщения $X = \lambda_K, K = \overline{1, m}$.

Используя тригонометрические тождества представим полезный сигнал в виде:

$$s(t, X, \beta) = A(t, X) \cos[\omega_0 t + \psi(t, X) + \beta] = A(t, X) \cdot [a_c \cos(\omega_0 t + \psi(t, X)) - a_s \sin(\omega_0 t + \psi(t, X))],$$

где a_s и a_c – синусная и косинусная оценка начальной фазы β .

Обозначим через $Y_s(t, X)$ и $Y_c(t, X)$ – соответственно синусоидальную и косинусоидальную компоненту сигнала.

$$Y_s(t, X) = A(t, X) \sin(\omega_0 t + \psi(t, X))$$

$$Y_c(t, X) = A(t, X) \cos(\omega_0 t + \psi(t, X))$$

Тогда выражение для полезного сигналами

$$s(t, X, a_s, a_c) = a_c Y_c(t, X) - a_s Y_s(t, X).$$

Таким образом модель сигнала (4) не содержит параметра β , а содержит линейные компоненты a_s и a_c . Преимущество такого представления сигнала состоит в том, что нелинейное оценивание параметра β сводится к линейной оценке компонента a_s и a_c , что существенно упрощает алгоритм обработки.

Квадратурные опорные компоненты $\cos \omega_0 t$ и $\sin \omega_0 t$ перемножаются с входным колебанием и интегрируются со сбросом через период T . Таким образом формируются отсчеты $J_{CK} J_{SK}$

$$J_{CK} = \int_{(k-1)T}^{kT} (s(t, X, a_s, a_c) + n(t)) \cos \omega_0 t dt;$$

$$J_{SK} = \int_{(k-1)T}^{kT} (s(t, X, a_s, a_c) + n(t)) \sin \omega_0 t dt,$$

где $k=1, 2, \dots$

Формирование оценок X^* осуществляется в соответствии с алгоритмом

$$X_k^* = \text{sign} \left[J_{CK} \sum_{i=k-N}^k X_i^* J_{Ci} + J_{SK} \sum_{i=k-N}^k X_i^* J_{Si} \right]$$

Устройство обработки в построенное на основании алгоритма приведенного выше изображено на рисунке 1.

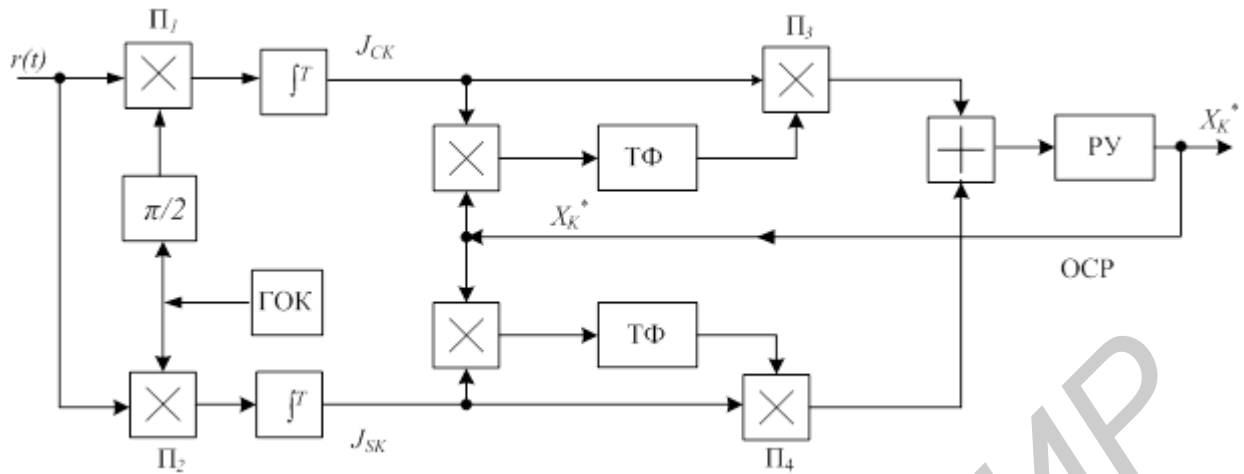


Рис. 1 – Устройство обработки

Решающее устройство РУ реализует операцию вычисления знаковой функции. Обратная связь по решению ОСР в данной схеме принципиально необходима для формирования косинусных и синусных компонент опорных сигналов в перемножителях П3 и П4. Их фильтрация осуществляется в трансверсальных фильтрах ТФ. За счет этого обеспечивается квазиогерентная обработка принятого сигнала при наличии шума.

Список использованных источников:

1. Чердынцев, В. А. Теория систем радиоэлектронной защиты информации / В. А. Чердынцев, Дубровский В.В. // Уч. метод. пособие для специальности 1-390104 «Радиоэлектронная защита информации». – Минск, 2009. – 131 с.
2. Карпушкин, Э. М. Радиосистемы передачи информации / Э. М. Карпушкин // Уч. метод. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности "Радиоэлектронные системы". – Минск, 2008. – 62 с.