

СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ С МАЛЫМ  
ОТНОШЕНИЕМ СИГНАЛ/ШУМ\*

В рамках данной работы рассмотрена возможность использования метода автокорреляционного приема широкополосных шумоподобных сигналов.

Принцип автокорреляционного приема заключается в том, что принятый сигнал перемножается с его задержанной на время  $T$  копией, время  $T$  совпадает с периодом повторения переданного широкополосного шумоподобного сигнала. Результат усредняется за время, равное длительности  $(n - 1)$  элементов сигнала, где  $n$  – число переданных повторяющихся элементов за время длительности бита. По результату усреднения принимается решение о наличии или отсутствии сигнала.

Особенность данного метода в том, что если на входе приемника присутствует лишь шум, имеющий случайный характер, то на выходе будет результат, пропорциональный значению автокорреляционной функции шума с временем сдвига, равным  $T$ , математическое ожидание этого результата равно нулю. Если на входе приемника, помимо шума, присутствует полезный сигнал, то напряжение на выходе приемника будет пропорционально энергии этого сигнала за время усреднения. Накопление энергии сигнала позволяет произвести его обнаружение и передачу информации, даже если по уровню он не превосходит шум.

Прием сигналов по описанному алгоритму может быть реализован на базе супергетеродинного приемника, низкочастотная часть которого реализована на цифровом сигнальном процессоре.

На рис. 1 приведена структурная схема узла автокорреляционного приемника, следующего после каскада ПЧ (все предыдущие узлы приемника не меняются).

Для обнаружения (детектирования) сигнала используется схема, представленная на рис. 1. При построении цифровой системы связи необходимы две ветви для обнаружения (детектирования) и различения логических сигналов 0 и 1, настроенные, соответственно, на шумоподобные сигналы с различными периодами повторениями  $T_1$  и  $T_2$ .

Передаваемый сигнал представляет собой шумоподобный псевдослучайный сигнал с нормальным распределением.

При проверке работоспособности системы передача осуществлялась по радиоканалу, а оцифровка и последующая обработка сигналов – на персональном компьютере в пакете MATLAB.

Оценка минимально допустимого отношения сигнал/шум

$$\left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right)_{\min, dB} = \left(\frac{E_{\text{бит}}}{N_0}\right)_{\min} - 10 \lg \frac{\Delta f}{B}, \quad (1)$$

где  $P_c$  – мощность сигнала;  $P_{ш}$  – мощность шума;  $E_{\text{бит}}$  – энергия бита;  $N_0$  – средняя мощность сигнала;  $\Delta f$  – ширина канала связи;  $B$  – скорость передачи, бит/с.

Если допустить, что  $\left(\frac{E_{\text{бит}}}{N_0}\right)_{\min} = 16 \text{ dB}$ , то при  $\Delta f = 8$  кГц и  $B = 200$  бит/с. Получим

$$\left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right)_{\min} = 16 - 10 \lg \frac{8}{0,2} = 0 \text{ dB}.$$

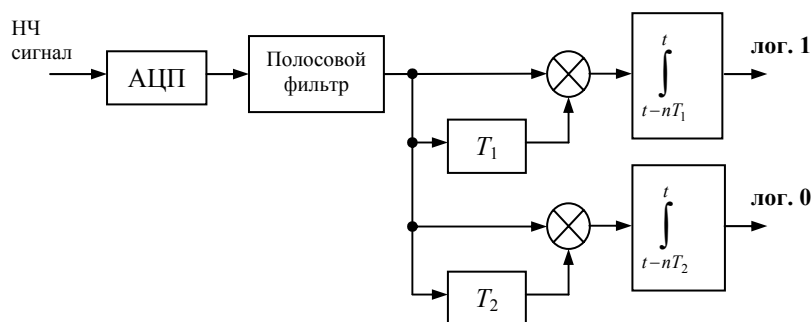


Рис. 1. Упрощенная структурная схема автокорреляционного приемника

Исследования показали, что данная система беспроводной передачи данных способна функционировать при отношении сигнал/шум менее 0 дБ.

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. А.А. Дахновича.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение : пер. с англ. / Б. Скляр. – М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.
2. Искусство схемотехники : пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М. : Мир, 2003. – 704 с.
3. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2003. – 462 с.

*Кафедра «Радиоэлектронные средства бытового назначения»*