

УДК 621.391.8

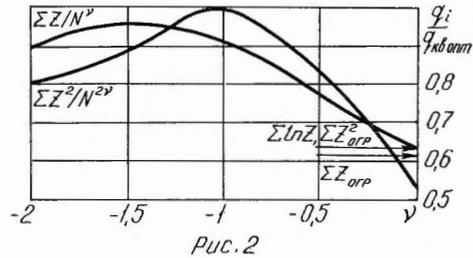
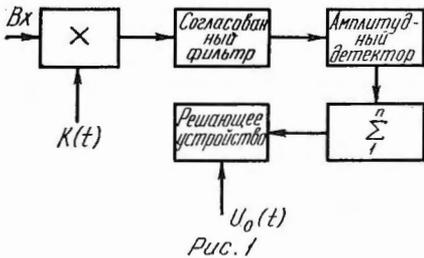
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ШУМА С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ**

С. С. ГРЕМЯЧЕНСКИЙ, Ю. В. ЯКОВЛЕВ

В практических целях возникает потребность в систематизации возможных реальных устройств обнаружения и сравнительной оценке их эффективности (качества). Ниже рассматриваются в основном обнаружители некогерентных узкополосных сигналов, сопровождаемых аддитивным гауссовским шумом с изменяющейся интенсивностью (т. е. нестационарным шумом) [1] вида

$$N_0(t) = \eta(t) \langle N_0 \rangle, \tag{1}$$

где  $N_0(t)$  — текущее значение спектральной плотности шума;  $\eta(t)$  — реализация некоторого стационарного случайного процесса с одномерной плотностью вероятности



$p(\eta)$  и единичным средним, причем  $\eta(t) > 0$ ;  $\langle N_0 \rangle$  — математическое ожидание спектральной плотности шума.

Класс анализируемых обнаружителей представлен на рис. 1. Регулируемый коэффициент передачи обнаружителя  $K(t)$  формируется с помощью специального устройства измерения спектральной плотности шума [2, 3]. Будем считать, что он является степенной функцией интенсивности  $N_0(t)$  с показателем  $\nu$

$$K(t) \sim N_0^\nu(t). \tag{2}$$

Требуемое в общем случае управление порогом обнаружения (рис. 1) может быть осуществлено с помощью переменного напряжения  $U_0(t)$ , подводимого к решающему устройству [3, 4]. Считается, что за время, равное длительности импульсного сигнала, изменением процесса можно пренебречь, и, следовательно, согласованный фильтр заметно не изменит параметров нестационарности процесса. Также предполагается, что результирующий после суммирования процесс можно считать гауссовским, а импульсы на входе — слабыми. Таким образом, созданы предпосылки для анализа эффективности в асимптотическом смысле.

Естественным показателем качества обнаружителей при гауссовских шумах является выходное отношение сигнал—шум, монотонно связанное с вероятностью обнаружения [1, 2, 4].

Если в обнаружителе (рис. 1) детектор является квадратичным, то согласно [5] и с учетом регулируемого коэффициента передачи (2) можно записать выходное отношение сигнал—шум  $q_{кв}$  в виде

$$q_{кв} = \sum_{i=1}^n \langle E_i \rangle \left( \sum_{i=1}^n \langle N_i^2(t) \rangle \right)^{-0.5} = n^{0.5} \langle E_{вх} N_0^{2\nu}(t) \rangle \langle N_0^{4\nu+2}(t) \rangle^{-0.5}, \tag{3}$$

где  $E_i$ ,  $N_i(t)$  — энергия импульса и спектральная плотность шума соответственно на выходе аттенюатора в  $i$ -м периоде зондирования;  $E_{вх}$  — энергия входного импульса (принята одинаковой для всех  $i$ );  $n$  — эффективное число зондирований по точечной цели (число импульсов в пачке). После подстановки сюда выражения (1), учитывая при этом независимость сигнала и шума, получаем выражение

$$q_{кв} = n^{0.5} \langle E_{вх} \rangle \langle N_0 \rangle^{-1} (\langle \eta^{2\nu} \rangle \langle \eta^{4\nu+2} \rangle)^{-0.5}, \tag{4}$$

в котором коэффициент улучшения отношения сигнал—шум (последний множитель) отражает влияние степени регулирования на качество обработки в условиях нестационарного шума. Очевидно, что для стационарного шума ( $\eta(t) = 1$ ) коэффициент улучшения равен единице.

С помощью неравенства Буяковского—Шварца доказывается, что коэффициент улучшения достигает максимума при  $\nu = -1$ . Таким образом, при наличии квадратичного детектора максимальный коэффициент улучшения достигается, когда сигнал обра-

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фалькович С. Е. Прием радиолокационных сигналов на фоне флюктуационных помех.— М.: Сов. радио, 1961.—311 с.
2. Слока В. К. Вопросы обработки радиолокационных сигналов.— М.: Сов. радио, 1970.—256 с.

3. Дугин В. В. Оптимальное обнаружение сигналов с неизвестным моментом прихода на фоне нормального шума с изменяющейся во времени интенсивностью // Радиоэлектроника.— 1969.— № 2.— С. 101—106. (Из. высш. учеб. заведений).

4. Теория обнаружения сигналов / Под ред. П. А. Бакута.— М.: Радио и связь, 1984.—440 с.

5. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники.— М.: Сов. радио, 1966.— Т. 1.—728 с.

Поступила в редакцию после переработки 23.02.87.

---