

В. И. Борисов, В. М. Зинчук, А. Е. Лимарев, А. В. Немчилов (Воронеж, ОАО «Концерн «Созвездие»»). **Последовательный алгоритм определения элемента сигнала с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты.**

Станция ответных помех (СОП) для подавления сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ) должна обеспечить обнаружение сигнала, измерение несущей частоты принятого сигнала, настройку передатчика помех на частоту подавления системы радиосвязи (СРС) и излучение помехи в необходимом частотном диапазоне [1]–[3]. Наиболее приемлемым для практики критерием оценки эффективности функционирования СОП является среднее время накрытия ответной помехой частотного элемента сигнала с ППРЧ, которое при фиксированном времени обнаружения для синхронного режима подавления определяется выражением [4]–[6]

$$\bar{T}(\tau) = (T_h - \tau)P_{об}(\tau), \quad 0 < \tau \leq T_h, \quad (1)$$

и асинхронного режима

$$\bar{T}(\tau) = \begin{cases} \left(\sqrt{T_h} - \sqrt{\tau/2} \right)^2 P_{об}(\tau), & 0 < \tau \leq T_h/2, \\ \frac{1}{2}(T_h - \tau)P_{об}(\tau), & T_h/2 < \tau \leq T_h. \end{cases} \quad (2)$$

где T_h — длительность скачка частоты, τ — время, отводимое на обнаружение, $P_{об}(\tau)$ — вероятность правильного обнаружения с различением частотного элемента многоканальным приемным устройством.

В [4]–[6] с целью обеспечения максимальной эффективности СОП при использовании обнаружителей с фиксированным временем наблюдения проведена оптимизация параметров режима «обнаружение–подавление». Однако такой подход не обеспечивает предельных возможностей СОП.

Применение последовательных процедур обнаружения позволяет улучшить характеристики СОП за счет уменьшения среднего времени обнаружения при тех же вероятностях ложных тревог и правильного обнаружения с различением.

В докладе для определения частотного элемента сигнала с ППРЧ многоканальным приемно-решающим устройством предлагается последовательный алгоритм, близкий по своей сути к модифицированному последовательному критерию отношения вероятностей (МПКОВ) [7], с оптимальным правилом остановки, максимизирующим среднее время накрытия. Получены общие соотношения для рекуррентного пересчета вероятностей нахождения сигнала в заданном канале и правило оптимальной остановки. С целью уменьшения вычислений при реализации алгоритма в реальном времени рассмотрены также и квазиоптимальные правила остановки на основе момента первого пересечения максимальной вероятностью пороговой кривой. Методом имитационного моделирования проведено сравнение последовательного алгоритма с алгоритмом фиксированной выборки при оптимальных значениях параметров. Проведен подробный сравнительный анализ при когерентном (гауссовское распределение статистик на выходе каналов), при некогерентном (релеевское и райсовское распределение статистик) и энергетическом (центральное и нецентральное χ^2 -распределение статистик на выходах каналов) обнаружении с различением.

Результаты численных расчетов и имитационного моделирования показывают, что выигрыш последовательного алгоритма в среднем времени накрытия при типовых значениях отношения сигнал–шум изменяется в зависимости от числа каналов, видов обработки и вероятностных характеристик сигналов и помех в пределах от 9% до 30%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисов В. И., Зинчук В. М.* Помехозащищенность систем радиосвязи. Вероятностно-временной подход. М.: Радио и связь, 1999, 252 с.
2. *Борисов В. И., Зинчук В. М., Лимарев А. Е., Мутин Н. П., Шестопалов В. И.* Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом ППРЧ. М.: Радио и связь, 2000, 384 с.
3. *Борисов В. И., Зинчук В. М., Лимарев А. Е., Немчилов А. В., Чаплыгин А. А.* Пространственные и вероятностно-временные характеристики эффективности станции ответных помех при подавлении систем радиосвязи. Воронеж: ОАО «Концерн «Созвездие», 2007, 355 с.
4. *Немчилов А. В., Зинчук В. М., Лимарев А. Е.* Оптимизация вероятностно-временных характеристик режима «обнаружение–подавление». Ч. 1. Построение математической модели. — Теория и техника радиосвязи, 2005, в. 1, с. 5–18.
5. *Зинчук В. М., Немчилов А. В., Лимарев А. Е., Максютa Ю. Н.* Оптимизация вероятностно-временных характеристик режима «обнаружение–подавление» сигналов с ППРЧ. Ч. 2. Оптимизация параметров при различных видах обработки. — Теория и техника радиосвязи, 2005, в. 1, с. 19–44.
6. *Борисов В. И., Зинчук В. М., Лимарев А. Е. Максютa Ю. Н., Немчилов А. В.* Оптимизация вероятностно-временных характеристик режима «обнаружение–подавление» сигналов с ППРЧ. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2005, т. 2, в. 2, с. 308–309.
7. *Baum C. W., Veeravalli V. V.* A sequential procedure for multihypothesis testing. — IEEE Trans., 1994, v. IT-40, № 6, p. 1994–1996.