

Д.О.Павлов (6 курс, каф. РЭСЗИ), Е.А.Попов, к.т.н., доц.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ СИГНАЛОВ С НЕИЗВЕСТНЫМ ВИДОМ МОДУЛЯЦИИ В ДИАПАЗОНЕ УКВ

ABSTRACT: The problems being discussed concern with information transmission systems functioning under conditions of prior uncertainty. Realization of known optimal signal classification algorithms leads to significant receiving apparatus complication. In this material the sub optimal real time algorithm of detection of signals with unknown modulation was proposed and investigated, the realization of which can be done with digital signal processors.

Восходящая к известной работе В.А. Котельникова [1] классическая формулировка задачи статистического синтеза оптимального приемного устройства, использующая байесовский подход к проверке гипотез, включает, кроме критерия оптимальности, большое число априорных характеристик сигналов и помех. В настоящее время разработаны алгоритмы, позволяющие проводить оптимальный прием в условиях априорной неопределенности. К таким алгоритмам относятся, например [2], алгоритм Роббинса, рекуррентные алгоритмы, использующие стохастическую аппроксимацию, адаптивные алгоритмы и др. Однако реализация указанных алгоритмов приводит к значительному усложнению приемного устройства и, зачастую, невозможности их реализации в реальном масштабе времени.

Целью работы является разработка и исследование подоптимальных алгоритмов классификации сигналов с неизвестным видом модуляции, допускающих простую реализацию в реальном масштабе времени.

Результатом работы многих систем специального назначения, работающих в условиях сильной априорной неопределенности, например, системы радиоконтроля эфира, является формирование тревожных сообщений (наличие или отсутствие сигнала) при сканировании полосы частот, ограниченной шириной полосы пропускания приемного устройства. Анализ такого частотного канала проводится путем разделения его на совокупность элементарных частотных каналов (ЭЧК) и выделении группы частотных признаков G_l ($l=1, \dots, L$) — спектральных коэффициентов, несущих информацию о структуре сигнала как распределении энергии по элементарным частотным каналам. Типичное значение ширины полосы ЭЧК для систем, работающих в диапазоне УКВ, составляет 25 кГц.

В работе предложен и исследован следующий алгоритм обнаружения сигналов с неизвестным видом модуляции:

1. Нормировка сегмента сигнала по энергии.
2. Вычисление среднего значения суммы отсчетов сегмента и вычитание этого значения из текущего отсчета сегмента.
3. Вычисление спектра сигнала.
4. Вычисление преобразования Гильберта для отсчетов принятого сигнала.
5. Вычисление среднего значения частоты на выходе частотного детектора.
6. Вычисление огибающей сигнала.
7. Нормировка огибающей по максимальному значению; вычисление среднего значения суммы отсчетов огибающей; вычитание среднего значения из текущего отсчета огибающей.
8. Вычисление спектра мощности огибающей, его среднего значения, дисперсии и отношения А дисперсии огибающей к квадрату среднего значения.
9. Сравнение А с выбранным порогом:

если A превышает порог, то перейти к 10, иначе — перейти к 11.

10. Проверка результата путем накопления пяти значений A : если результат подтверждается, то вынести решения о наличии полезного сигнала перейти к подалгоритму определения вида модуляции, иначе — перейти к 11.

11. Повторить вычисление превышения порога путем повторения пунктов 1 — 9 семь раз: если нет, то перейти к 1, иначе вынести решение: “сигнал в шумах”.

Эффективность работы алгоритма оценивалась на основе подсчета вероятностей принятия решения в пользу сигналов с заданным видом модуляции. Так, например, в таблице приведены соответствующие вероятности, когда в качестве тестового сигнала использовался сигнал с частотной манипуляцией и различными значениями манипулирующих частот.

Таблица. Результаты исследования эффективности работы алгоритма классификации сигналов с неизвестным видом модуляции

Вид модуляции: ЧМ ($V = 19200$ бит/с).	Вероятность принятия решения в пользу вида модуляции				
	АМ	ЧМ	ОФМ	ДОФМ	Неопределен
1. $\Delta f = 12$ кГц	0,003	0,996	0,0	0,0	0,001
2. $\Delta f = 9$ кГц	0,0	0,981	0,002	0,017	0,0
3. $\Delta f = 13$ кГц	0,001	0,999	0,0	0,0	0,0

Из результатов, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что предъявляемые типы сигналов имеют удовлетворительную вероятность правильной классификации, не ниже, чем 0,95 при изменении значения отношения сигнал/шум в диапазоне 3...20 дБ, что, например, соответствует реальной помеховой обстановке в диапазоне УКВ, когда длительность выборки составляет не более 50 мс.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Котельников В.А. Теория потенциальной помехозащищенности. — М.: Госэнергоиздат, 1956.
2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Книга третья. — М.: Советское радио, 1976.