

# ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ СПОСОБА КОГЕРЕНТНОГО НАКОПЛЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

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

Нгуен Нгок Донг

Гейстер С. Р. – д.т.н, профессор

Способ когерентного накопления спектральных составляющих обеспечивает обнаружение сигнала с преодолением априорной неопределенности относительно неизвестных параметров путем избыточности. Рассматривается характеристика особенностей реализации способа когерентного накопления спектральных составляющих слабых периодических сигналов с целью повышения дальности обнаружения движущихся морских объектов.

Обнаружения морских объектов в пассивном гидролокаторе основано на обнаружении шумовых излучений, создаваемых при работе гребных винтов и бортовых машин (механизмов) [1]. При этом необходимо обнаружить на выходе приемной антенны слабые периодические сигналы, связанные с движущимися морскими объектами, на фоне интенсивных помеховых сигналов в виде амплитудно-модулированных шумов и сигналоподобных помех природного и искусственного происхождения. Разработанный способ обнаружения обоснован на основе когерентного накопления спектральных составляющих амплитудно-фазочастотного спектра принятого сигнала [2].

Важной особенностью реализации способа когерентного накопления спектральных составляющих сигнала является преодоление априорной неопределенности относительно истинной частоты повторения  $t_{z\_ist}$  слабых периодических сигналов и истинной задержки  $t_{z\_ist}$  первого импульса полезного сигнала относительно начала времени анализа путем аппаратной (программно-аппаратной) избыточности. В итоге необходимо обеспечить обработку и анализ принятого сигнала для всех возможных значений  $f_r$  и  $t_z$

Для снижения ложных обнаружений предварительно требуется определить диапазон частот ( $f_{min}, f_{max}$ ), в пределах которого могут находиться спектральные составляющие сигнала с частотами, кратными частоте повторения  $f_r$ . Значение минимальной частоты  $f_{min}$  определяет максимальное значение времени задержки

$$t_{z\_max} (f_{min} = \frac{1}{t_{z\_max}}).$$

Разработанный способ базируется на подходах, изложенных в [3, 4].

Суть разработанного способа когерентного накопления применительно к задаче обнаружения морских объектов в принятом сигнале замаскированной шумом последовательности периодических полезных сигналов, следующих с частотой повторения  $f_{ist}$  и имеющих задержку  $t_{z\_ist}$  первого сигнала относительно начала анализа, заключается в следующем:

- регистрация дискретных временных отчетов принятого сигнала, следующих с частотой дискретизации  $F_{dis}$ , в течение интервала когерентного накопления;
- формирование спектра принятого сигнала в интервале когерентного накопления с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) в комплексном виде;
- выбор из спектра для обработки  $L$  определенных спектральных составляющих, частоты которых кратны частоте  $f_r$ , где  $f_r$  - некоторая частота;
- расчет фаз для всех выбранных спектральных составляющих;
- компенсация фаз этих спектральных составляющих и их когерентное суммирование;
- сравнение квадрата модуля этой суммы с порогом обнаружения и принятие решения о наличии или отсутствии сигнала.

Реализация способа позволяет обнаружить объект на значительной дальности. Одновременно с обнаружением способ позволяет и определить частоту повторения полезных сигналов, что является основной для решения задачи распознавания обнаруженного объекта. Точность определения частоты повторения полезных сигналов зависит от интервала расстановки фильтров БПФ, времени когерентного накопления и стабильности работы механизма, создающего излучения.

Список используемых источников:

1. Роберт, Дж. У. Основы гидроакустики; пер. с англ. Н.М. Гусева [и др.]. – Л.: Судостроение, 1978. – 448 с.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000 – 462 с.
3. Гейстер, С. Р. Межфильтровая когерентная компенсация кадровых спектральных составляющих мешающих отражений и прямого сигнала в полуактивном радиолокаторе с телевизионным подсветом // Электромагнитные волны и электронные системы. - 2011. - Т. 16, N 5. - С. 68-72.
4. Гейстер, С. Р. Способ когерентного накопления спектральных составляющих принятого сигнала в пассивном гидролокаторе / С. Р. Гейстер, Д. Н. Нгуен // Наука и военная безопасность. – 2016. – № 3(50). – С. 36 – 38