

# ОБНАРУЖЕНИЕ ДОПЛЕРОВСКИХ СДВИГОВ В ГИДРОЛОКАЦИИ

Бабурова Л.И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Пряшников Ф.Д.

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Украина

E-mail: ed.baburov@gmail.com

**Аннотация** — Рассмотрен метод получения сигналов с крутыми скатами спектральной плотности, применяемых для обнаружения доплеровских сдвигов в гидролокации.

## 1. Введение

В результате теоретических и экспериментальных исследований установлено, что спектральная плотность мощности реверберации  $N_D(\omega)$  пропорциональна квадрату амплитудного спектра излучаемого сигнала  $|S(\omega)|^2$ . Эта зависимость выражается соотношением

$$N_P(\omega) = 2\bar{n} \cdot \bar{a}^2 |S(\omega)|^2, \quad (1)$$

где  $\bar{n}$  — среднее число элементарных рассеянных сигналов, проходящих в точку приема в единицу времени;  $\bar{a}^2$  — среднее значение квадрата амплитуды элементарных сигналов. Из соотношения (1) следует, что энергетические спектры зондирующего сигнала  $G(\omega)$  и помехи реверберации  $N_P(\omega)$  пропорциональны. В результате реверберация «накрывает» принимаемый сигнал по всей ширине спектральной плотности. Это обстоятельство делает невозможным выделение на приеме ослабленных сигналов, отраженных от малоразмерных малоподвижных объектов при уровне реверберации, значительно превышающем уровень принимаемого сигнала. Увеличение же мощности зондирующего сигнала приводит к повышению уровня реверберации и задача по-прежнему остается неразрешимой.

## 2. Основная часть

Наличие доплеровского сдвига в принимаемых сигналах дает возможность их выделить и тем самым обнаружить малоподвижные объекты. При этом задача решается достаточно просто для сигналов с большими доплеровскими сдвигами и значительно усложняется при их уменьшении, характерном для малоподвижных объектов.

Рассматривается способ выделения принимаемых гидроакустических сигналов с малым доплеровским сдвигом, включающий излучение, прием и селекцию отраженных от малоподвижных объектов импульсных сигналов, отличающийся тем, что формируют крутые боковые скаты спектральной плотности зондирующих сигналов.

Наибольший интерес представляет сигнал вида  $S(\omega) = \frac{\sin \omega t}{\omega t}$ , поскольку его спектр имеет прямоугольную форму. Сигнал с идеальной прямоугольной формой спектра нереализуем, поскольку он длится от  $t = -\infty$  до  $t = \infty$ .

Применим сглаживание спектра по закону поднятого косинуса. Спектр вместо прямоугольного приобретает форму вида

$$S(\omega) = \begin{cases} Td & \text{при } |\omega| < \frac{\pi}{T}(1-r), \\ \frac{Td}{2} \left(1 - \sin \frac{T}{2r} \left(\omega - \frac{\pi}{T}\right)\right) & \\ \text{при } \frac{\pi}{T}(1-r) \leq \omega \leq \frac{\pi}{T}(1+r). \end{cases} \quad (2)$$

где  $r$  — коэффициент сглаживания,  $0 < r \leq 1$ ,  $Td$  — уровень спектральной плотности.

При этом аналитическое выражение для сигнала конечной длительности принимает вид

$$S(t) = \frac{\sin(\pi t/T)}{\pi t/T} \cdot \frac{(-d) \cos(\pi t r/T)}{4t^2 r^2/T^2 - 1}. \quad (3)$$

Полученный сигнал показан на рис. 1.

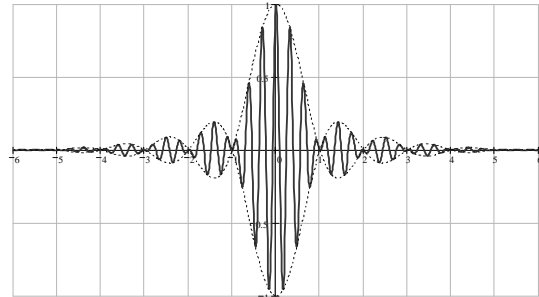


Рис. 1

## 3. Заключение

Получены сигналы с крутыми скатами спектральной плотности. Они найдут применение в гидролокации в условиях действия развитой реверберации для обнаружения малоподвижных объектов.

При излучении таких сигналов спектральная плотность реверберации также обладает крутыми скатами. В этих условиях малейший доплеровский сдвиг, вызванный движением объекта, может быть обнаружен.

## 4. Список литературы

- [1] Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы / И.С. Гоноровский. — М. Радио и связь, 1986. — 512 с.

## DEFINITION OF DOPPLER SHIFTS IN A HIDROLOCATIONS

Baburova L.I.

Scientific adviser: Prjashnikov F.D.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

**Abstract** — The study analyzes a possibility of emission of Gaussian ultrasonic received signals with a small Doppler shift, against the reverberation background.