

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАТУХАНИЯ СИГНАЛА НА КАЧЕСТВО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОЛОКАЦИИ

Чан Тай Чонг

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гейстер С.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: taitran2909@yahoo.com

Аннотация — Рассмотрена частотная зависимость коэффициента затухания акустической волны при распространении в воде. Анализируется влияние затухания на спектральную и временную структуры принятого сигнала.

1. Введение

На качество гидролокации влияет затухание акустической волны при распространении в воде. Затухание влияет как на дальность действия локатора, так и на качество формирования изображений дна.

2. Основная часть

Затухание акустической волны при распространении в водной среде обусловлено двумя основными причинами: расширение фронта волны и потери из-за поглощения и рассеяния на неоднородностях.

Основными причинами поглощения акустических волн является вязкость морской воды, теплопроводность и релаксационные процессы, обусловленные растворенными в воде солями. В [1] приведена формула частотной зависимости коэффициента поглощения, установленной Маршем и Мункиным

$$\beta(f) = \left(\frac{2,34 \times 10^{-6} S f_T (T^0) f^2}{(f_T (T^0))^2 + f^2} + \frac{3,38 \times 10^{-6} f^2}{f_T (T^0)} \right) \times (1 - 6,54 \times 10^{-4} P) \times (8,6 \times 10^3) \left[\frac{\text{дБ}}{\text{км}} \right],$$

где S — соленость, [‰]; f — частота, [кГц]; P — гидростатическое давление, [ат]; T^0 — температура среды, [°C]; $f_T(T^0)$ — функция температуры, причем

$$f_T(T^0) = 21,9 \times 10^6 \left(6 - \frac{1520}{T^0 + 273} \right), \left[0 \text{ C} \right].$$

Анализ сигнала проводится для трассы распространения «точка излучения — элемент отражения — точка приема». Амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) трассы распространения в свободном пространстве можно представить выражением [2]

$$G_{SR}(\omega, r, \psi) = |G_{SR}(\omega, r, \psi)| \exp\left(-i \frac{\omega r}{c_v(\psi)}\right),$$

где ψ — вектор параметров водной среды распространения (T^0 , P , S и пр.); $c_v(\psi)$ — скорость звука, зависящая от параметров водной среды, [м/с]; $r = r_{ZON} + r_{OTR}$ — сумма расстояний от источника излучения до элемента поверхности дна (r_{ZON}) и от элемента дна до приемной антенны (r_{OTR}), [м].

Модуль АЧХ среды можно представить в виде:

$$|G_{SR}(\omega, r, \psi)| = K_P(r, \psi) D_{SR}(\omega, r_{ZON}, \psi) D_{SR}(\omega, r_{OTR}, \psi).$$

$K_P(r, \psi)$ учитывает уменьшение амплитуды за счет расширения фронта. Сомножитель $D_{SR}(\omega, r, \psi) = D_{SR}(\omega, r_{ZON}, \psi) D_{SR}(\omega, r_{OTR}, \psi)$ является некомплексным и учитывает затухание сигнала на разных частотах из-за вязкости и теплопроводности.

С учетом ограничений спектр сигнала в точке приема $G_s(\omega, r)$ можно представить выражением

$$G_s(\omega, r) = G_0(\omega) G_{SR}(\omega, r, \psi),$$

где $G_0(\omega)$ — спектр зондирующего сигнала (ЗС).

Временная структура сигнала в точке приема $u_s(t, r)$ определяется обратным преобразованием Фурье от его спектра.

Проиллюстрируем влияние среды распространения примерами моделирования при условиях: коэффициенты электроакустического и акустоэлектрического преобразований при передаче и приеме единичные, ЗС на входе электроакустического преобразователя — линейно-частотно-модулированный с амплитудой $E_0 = 1 \text{ В}$, начальной фазой $\varphi_0 = 0$, несущей частотой $f_0 = 75 \text{ кГц}$, шириной спектра $\Delta f_M = 7,5 \text{ кГц}$, и длительностью $T_0 = 0,02 \text{ с}$; параметры среды: $P = 2 \text{ ат}$, $T^0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $S = 35 \text{ ‰}$, $c_v = 1500 \text{ м/с}$.

На рис. 1 показан спектр сигнала, принятого с дальности $r = 1000 \text{ м}$.

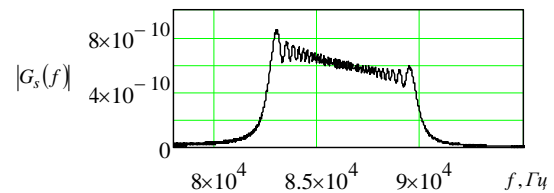


Рис. 1

3. Заключение

Потери поглощения и рассеяния являются частотно зависимыми и приводят к искажениям спектральной и, соответственно, временной структуры сигналов. Это вызывает снижение дальности действия и качества изображений.

4. Список литературы

- [1] Матвиенко В.Н. Дальность действия гидроакустических средств / В.Н. Матвиенко, Ю.Ф. Тарасюк. — Л.: Судостроение, 1981. — 203 с.
- [2] Гейстер С.Р. Эволюция временной и спектральной структур акустического сигнала выстрела (взрыва) при распространении в воздухе / С.Р. Гейстер, Р.В. Быков, А. М. Джеки // Вестник Военной академии Республики Беларусь. — 2007. — №4(17). — С. 67 — 75.

INFLUENCE OF FREQUENCY DEPENDENCE OF A DAMPING SIGNAL ON THE QUALITY OF A SONAR PROBLEM SOLVING

Tran Tai Trong

Scientific adviser: Geyster S.R.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The frequency dependence of the damping coefficient of hydroacoustic wave is considered. Analysis of influence of damping on the spectral and temporal structure of received signal is proposed.