

УДК 534.843.242; 681.883.41

ПРОВЕДЕНИЕ ОБРАБОТКИ РЕВЕРБЕРАЦИОННОГО СИГНАЛА ГИДРОЛОКАТОРА БОКОВОГО ОБЗОРА

© В.В. Худоконь, 2006

Научно-технический центр панорамных акустических систем НАН Украины, г. Запорожье

В статті розглядаються питання, пов'язані з управлінням режимами роботи гідролокатора бокового огляду, адаптації до мінливих умов зовнішнього середовища, представлення гідролокаційної інформації.

В статье рассматриваются вопросы, связанные с управлением режимами работы гидролокатора бокового обзора, адаптации к изменяющимся условиям внешней среды, представления гидролокационной информации.

Control of the operation modes of side scan sonar, adaptation to changeable environment conditions, representation of sonar information are considered in the article.

На работу и возможности гидроакустических систем влияет множество различных факторов, таких как диаграмма направленности антенн, режимы и условия работы аппаратуры, характеристики излучаемых сигналов, природные условия, свойства среды распространения сигналов, свойства грунтов, шумы и помехи различной аппаратуры.

Настройка гидроакустических систем, режимов ее работы в конкретных условиях, автоматическая адаптация к изменениям этих условий, имеет большое значение для повышения информативности, надежности и эффективности при поиске затонувших объектов и полезных ископаемых. Использование в данном случае программных средств значительно упрощает создание аппаратных средств и упрощает проведение работ по различным направлениям использования гидроакустических средств.

Как известно, физическая сущность получения гидролокационной информации ГБО такова, что интенсивность сигналов донной реверберации по диапазону развертки не одинакова: в начале диапазона она велика, а к концу значительно уменьшается. Это различие может достигать 120 дБ.

Временная характеристика эхо-сигнала донной реверберации (изменение амплитуды эхо-сигнала по диапазону развертки) определяется [1]:

$$\frac{P_3(\theta)}{P_3(\theta_0)} = \sqrt{\frac{m_{обр} \times R^4(\theta) \times \text{Ctg}\theta \times R_0^3}{m_{обр0} \times R^4(\theta_0) \times \text{Ctg}\theta \times R^3 \times 10^{-0.2\beta(R-R_0)}}}, \quad (1)$$

где θ - угол скольжения,

R - расстояние от антенны до точки рассеяния при соответствующем θ (наклонная дальность),

R_0 - расстояние от антенны до точки рассеяния при $\theta=90^\circ=\theta_0$,

$R(\theta)$ - характеристика направленности антенны,

$P_3(\theta)$ - акустическое давление,

$m_{обр}$ - коэффициент обратного рассеяния,

β - коэффициент пространственного затухания звуковых волн в среде (см. рис. 1).

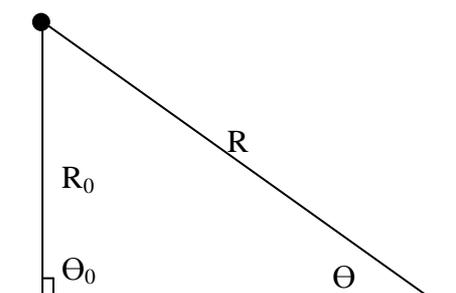


Рис. 1. – Геометрия параметров, входящих в формулу 1

Для частот от 20 до 60 кГц β определяется как [2]:

$$\beta = 0,036f^{\frac{3}{2}} \text{ [дБ/км]}. \quad (2)$$

Для частот выше 60 кГц (в нашем случае) [3]:

$$\beta = 0,214 \times f + 0,00016f^2. \quad (3)$$

Коэффициент обратного рассеяния:

$$m_{\text{обр}} = m_{\text{обр}0} \times \sin^2 \theta, \quad (4)$$

где $m_{\text{обр}0} = 10^{-3}$.

При использовании антенн с характеристикой направленности, обеспечивающей равносигнальное облучение морского дна во всей полосе обзора, т.е. вида [4]:

$$R(\theta) = \left(\frac{\text{cosec} \theta}{\text{cosec} \theta_0} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

Нестационарный монотонно убывающий по своему среднеквадратичному значению в течение периода T (по диапазону) сигнал донной реверберации может быть приведен к стационарному с помощью временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ).

Если принять, что каждый работающий канал системы по диапазону имеет 1024 выборки на любом диапазоне, тогда для каждой выборки наклонная дальность:

$$R(i) = \frac{i}{N} \times D, \quad (6)$$

где i – номер выборки в диапазоне от 1 до 1024,

$N = 1024$ – количество выборок,

D – диапазон 25, 50, 100, 200, 400, 800 м.

Тогда угол Θ в данном случае:

$$\theta = 90^\circ - \arccos \frac{R_0}{R(i)}. \quad (7)$$

Учитывая то, что в формулу донной реверберации входит параметр R_0 , т.е. глубина под носителем, алгоритм расчета должен включать ее определение. Если применяются антенны с диаграммой направленности вида:

$$R(\theta) = \left(\frac{\sin \theta}{\sin \theta_0} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (8)$$

при которой не определяется глубина под антенной ГБО, алгоритм расчета должен включать использование данных эхолота.

В соответствии с вышеизложенным рассчитанные кривые ВАРУ будут выглядеть как показано на рис. 2.

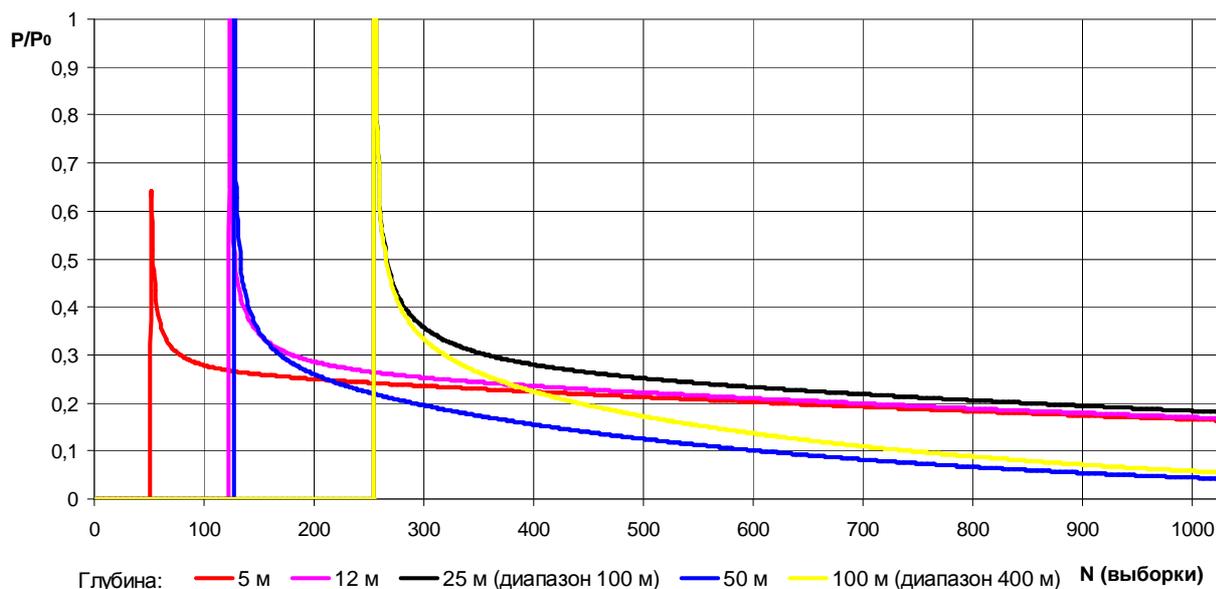


Рис. 2. – Кривые ВАРУ

В программном обеспечении реального времени должен быть заложен алгоритм постоянного контроля за определенным числом параметров входящих данных. В данном случае за глубиной, соотношением сигнал/шум, режимами работы системы (диапазоном). Использование цифрового ВАРУ позволяет организовать алгоритм стационаризации входного сигнала с использованием средств и возможностей вычислительной техники. Схема организации управления показана на рис. 3.

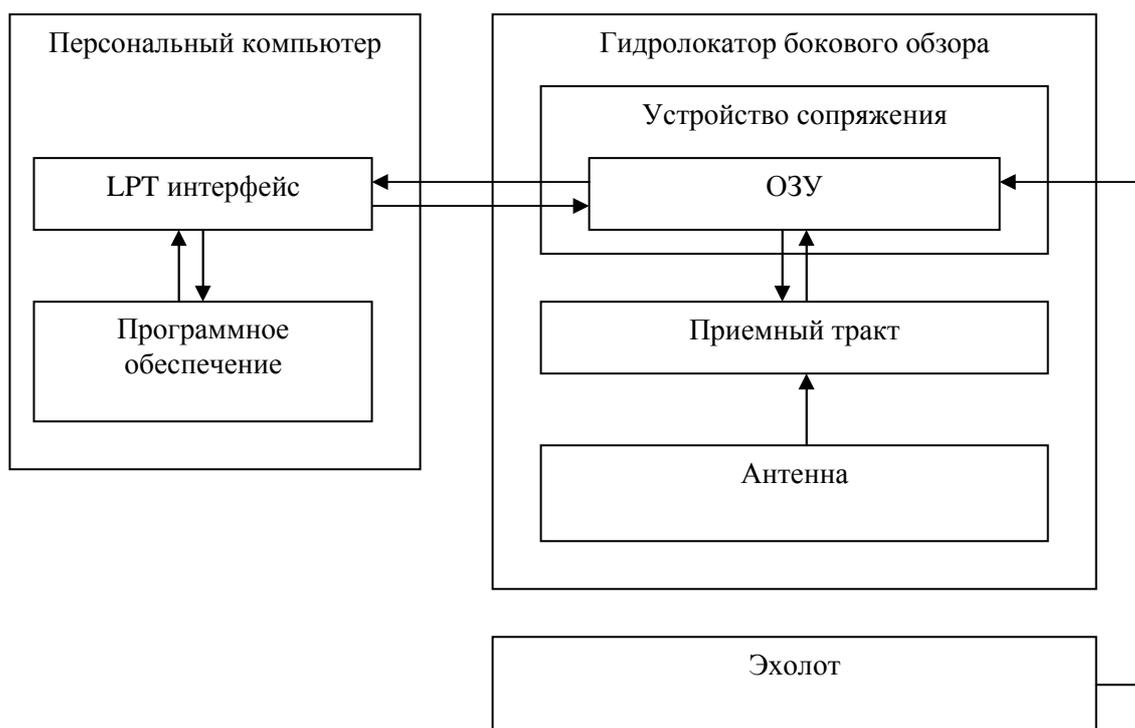


Рис. 3. – Использование цифрового ВАРУ при стационаризации входного сигнала ГБО

В случае поиска малоразмерных объектов повысить информативность может введение искусственной тени при анализе интенсивности рассеянного сигнала.

На рис. 4 представлены фрагменты без введения обработки сигнала и после введения искусственной тени.

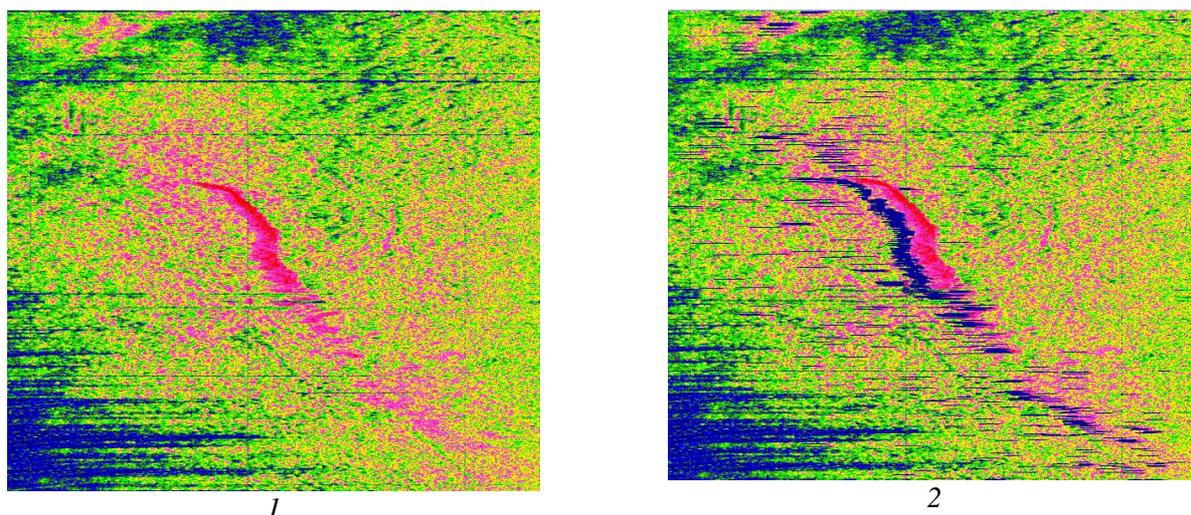


Рис. 4. – Введение автоматической регулировки тени при обработке цифрового сигнала. 1 – сигнал до обработки, 2 – после обработки.

Алгоритм введения акустической тени включает проверку по диапазону оцифрованного сигнала на превышение определенного уровня по амплитуде. Уровень граничной интенсивности, при превышении которого считается нахождение цели, можно динамически изменять в процессе работы.

В условиях современного развития вычислительной техники существуют возможности более качественного представления информации при проведении обследования акваторий, поиска затонувших объектов, экологического мониторинга. Выполнение обработки сигнала реверберации программными методами в режиме реального времени, позволяет упростить аппаратную часть гидроакустических систем и максимально увеличить информативность. Проведение автоматической стационаризации сигнала, проведение регулировки его усиления, введение режима искусственной тени, трехмерное представление, комплексирование с навигационными системами в режиме реального времени позволяет существенно повысить качество выполняемых работ, оперативность получения и анализа информации.

Литература

1. Гончар А.И. Проблема создания высокоэффективных многоцелевых гидролокаторов бокового обзора. - Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины, 1998. – 145 с.
2. Тюрин А.М., Сташкевич А.П., Таранов Э.С. Основы гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1966.
3. Хортон Дж. У. Основы гидролокации. – Л.: Судромгиз, 1961. - 472 с.
4. Гончар А.И., Голод О.С., Клочан Ю.А., Шлычек Л.И. Теоретические основы создания панорамных акустических систем. – Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины, 1999. – 289 с.