

АКТИВНЫЙ ГИДРОЛОКАТОР СО СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫМИ ЗОНДИРУЮЩИМИ СИГНАЛАМИ

Демидов А.И., инженер ОАО «НИИП»
Залогин Н.Н., к.т.н., в.н.с. ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова
Комочков Р.Ш., инженер ОАО «НИИП»
Мосолов С.С., начальник сектора ОАО «НИИП»
Скнаря А.В., к.т.н., с.н.с. ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова
Тоцов С.А., инженер ОАО «НИИП»
Тутынин Е.В., начальник лаборатории ОАО «НИИП»

Ключевые слова: гидролокатор, зондирование, сверхширокополосный, акустическая связь, линейная частотная модуляция, дискретно-кодированный по частоте сигнал.

Рассматриваются некоторые вопросы практической реализации широкополосной технологии в отечественной гидролокации на примере совместно проводимых в ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН и в ОАО «НИИП» работ.

Введение

Одной из важнейших тенденций современности является внедрение широкополосных технологий в ряд отраслей техники, к которым в первую очередь следует отнести телекоммуникационные системы и радиосвязь. При этом использование широкополосных технологий позволяет обеспечить существенно более высокие технические характеристики этих систем, в том числе, требуемые скорости передачи информации, высокую помехоустойчивость информационного канала, а также возможность работы систем в частотных диапазонах, перегруженных радиосредствами.

В этой связи хотелось бы отметить, что востребованность внедрения широкополосных технологий в гидролокацию также становится все более и более очевидной. В первую очередь это связано с невозможностью достижения требуемых на сегодня технических характеристик различных гидроакустических систем (ГАС), что во многом связано с использованием в них узкополосных зондирующих сигналов. Это в равной степени относится как к гидролокаторам бокового обзора (ГБО), так и к ГАС, решающим различные задачи при обзоре толщи воды. При этом хотелось бы отдельно выделить ГАС, задачей которых является обеспечение акустической связи между различными абонентами, коими могут быть, например, автономные необитаемые аппараты (АНПА), донные станции и т.д..

Как показали совместно проводимые сотрудниками ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН (г. Москва) и ОАО «НИИП» исследования, применение в гидролокации сверхширокополосных сигналов позволяет решить отмеченные выше проблемы и вывести гидролокацию на совершенно иной, новый, более высокий, уровень [1], [2].

В рамках реализации полученных результатов исследований в 2011 году при непосредственном участии сотрудников ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в ОАО «НИИП» (г. Жуковский) был разработан и создан гидро-

локатор, в котором в качестве зондирующего сигнала использовались различные типы сверхширокополосных сигналов.

Данный гидролокатор является логическим элементом в цепи внутренних работ, проводимых в ОАО «НИИП» совместно с ИРЭ им.В.А. Котельникова РАН и НПП «Нелакс», в рамках разработки и создания нового поколения отечественных гидролокаторов.

Ранее, в 2010 году, в процессе отработки аппаратной части гидролокатора, алгоритмов формирования и обработки сверхширокополосных сигналов, был разработан макет гидролокатора, который прошел успешные испытания на полигоне ОАО «НИИП» на Москве-реке осенью 2010 года [3]. В качестве зондирующих сигналов в макете гидролокатора при проведении натурных испытаний использовались два сигнала – сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), а также дискретно-кодированный по частоте сигнал (ДКЧС). При этом полоса сигналов не превышала полкоктавы и составляла 50 кГц.

Отработанные в ходе проведения этих натурных испытаний схема построения гидролокатора, схемотехнические решения, а также алгоритмы формирования и обработки сигналов были положены за основу при разработке и создании данного активного гидролокатора.

В данном гидролокаторе в качестве приемопередающей антенны использовалась антенна со следующими основными параметрами: раскрыв диаграммы направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях составлял, соответственно, 1,5 градуса и 40 градусов, полоса пропускания по уровню 3 дБ - 78 кГц.

Зондирующий сигнал в гидролокаторе формируется универсальным формирователем, что позволяет использовать в нем в принципе любой сверхширокополосный сигнал. Приемный тракт гидролокатора является широкополосным адаптивным приемным трактом, полоса которого может быть перестроена в процессе работы в широких пределах.

В процессе проведения натурных экспериментов ис-

пользовались практически все известные на сегодня сигналы, как то сигналы с частотной модуляцией (линейной, квадратичной, гиперболической), дискретно-кодированные по частоте сигналы, в которых кодирование проводилось по разным алгоритмам.

Испытания включали в себя два этапа. На первом этапе с помощью гидролокатора проводился обзор толщи воды. Эксперимент был разделен на две части, в первой части эксперимента в качестве цели для гидролокатора использовался гидрофон, буксируемый в толще воды на лодке, с помощью которого была сделана оценка правильности формирования сигнала и его обработки. Во второй части в качестве цели использовался уже отрезок толстостенной металлической трубы диаметром 160 мм и длиной 300 мм, которая также буксировалась в толще воды с помощью лодки.

На втором этапе с помощью сверхширокополосных сигналов проводился обзор поверхности дна, то есть был реализован ГБО со сверхширокополосным зондирующим сигналом.

Ниже приводятся результаты испытаний гидролокатора, относящиеся к использованию в нем сверхширокополосного зондирующего сигнала со следующими параметрами:

- нижняя частота - 77.5 кГц,
- девиация частоты - 78 кГц,
- длительность сигнала - 14 мс.

В первой части при проведении этих испытаний излучался, в частности, зондирующий сверхширокополосный ЛЧМ сигнал, который принимался на гидрофон, с выхода которого далее по кабелю передавался на блок приема-передачи гидролокатора, где обрабатывался в реальном времени. Во второй части этого эксперимента в качестве цели использовался отрезок толстостенной металлической трубы диаметром 160 мм и длиной 300 мм, которая буксировалась в толще воды с помощью лодки.

На рис. 1 приведены теоретически и реально полученные с выхода гидрофона спектры сверхширокополосного ЛЧМ сигнала, а на рис. 2 – его экспериментально полученная корреляционная функция.

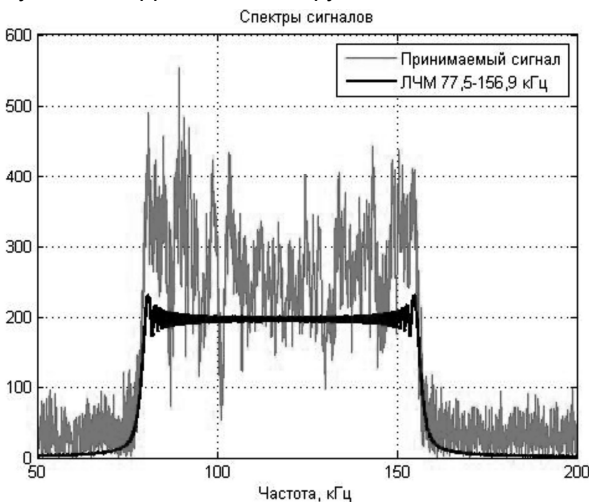


Рис. 1. Теоретический и реальный спектр сверхширокополосного ЛЧМ сигнала при работе на гидрофон

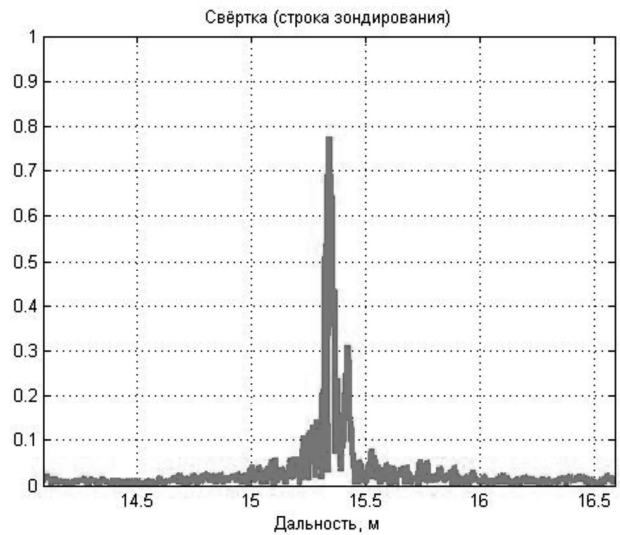


Рис. 2. Корреляционная функция сверхширокополосного ЛЧМ сигнала при работе на гидрофон

На рис. 3 и рис. 4 приведены изображение толщи воды с движущейся целью и корреляционная функция сверхширокополосного ЛЧМ сигнала, полученная при отражении сигнала от металлической трубы.

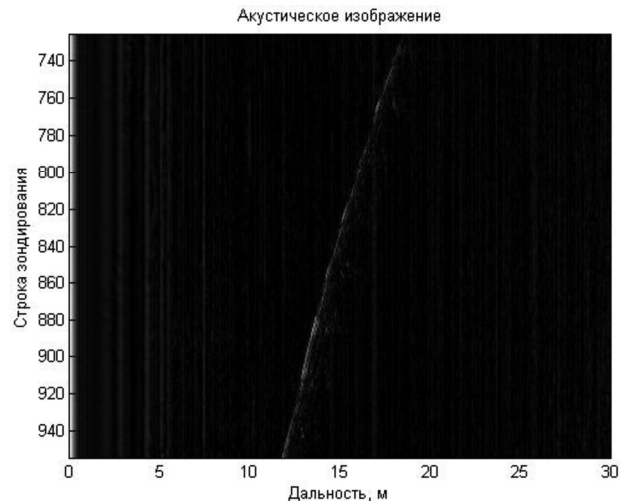


Рис. 3. Акустическое изображение толщи воды с движущейся целью, полученное с помощью сверхширокополосного ЛЧМ сигнала

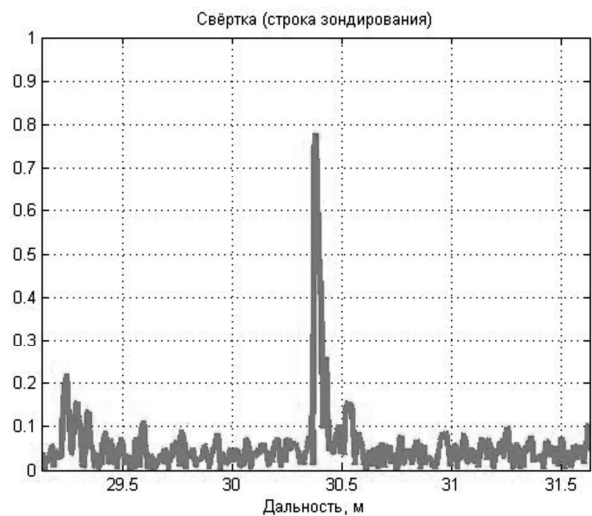
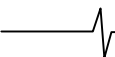


Рис. 4. Корреляционная функция сверхширокополосного ЛЧМ сигнала, полученная при работе по цели



На втором этапе гидролокатор был установлен в лодке типа «Зодиак», к борту которой с помощью штанги крепились приемно-передающая антенна гидролокатора.

На рис. 5 и рис. 7 показаны некоторые акустические изображения поверхности участка дна и осциллограммы (рис. 6, рис. 8) одной строки зондирования, полученные в ходе этих испытаний (лодка с гидролокатором двигалась слева направо, на вертикальной оси слева от акустического изображения показана шкала с наклонной дальностью в метрах).

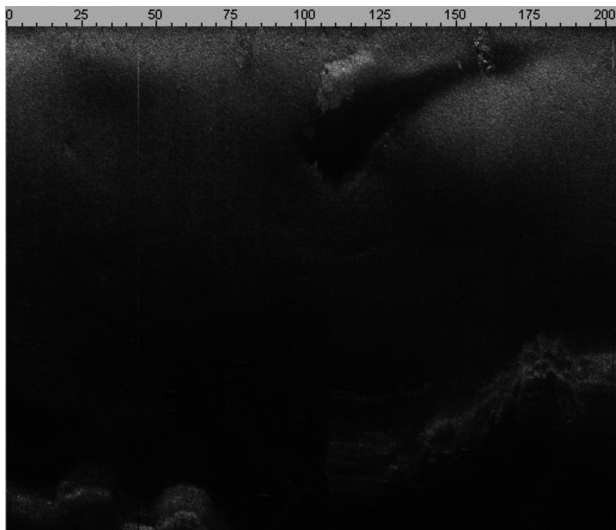


Рис. 5. Акустическое изображение участка дна с изменяющимся рельефом, полученное с помощью ГБО со сверхширокополосным ЛЧМ сигналом

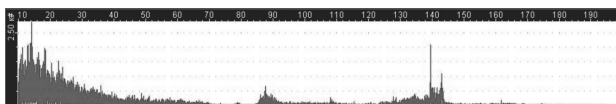


Рис. 6. Осциллограмма одной строки участка дна с изменяющимся рельефом

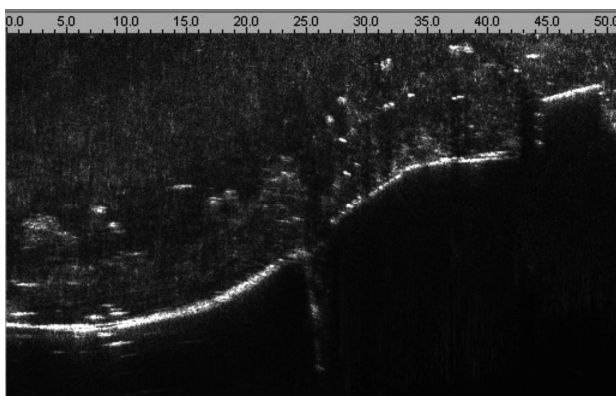


Рис. 7. Акустическое изображение прибрежного участка дна с пирсами и бетонной стенкой, полученное с помощью ГБО со сверхширокополосным ЛЧМ сигналом

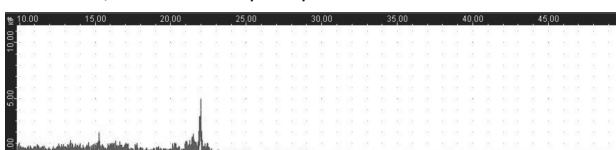


Рис. 8. Осциллограмма одной строки прибрежного участка дна с пирсами и бетонной стенкой

Из анализа акустических изображений и осциллограмм толщи воды и поверхности дна, представленных выше, можно констатировать, что использование сверхширокополосных зондирующих сигналов в ГАС возможно. Аппаратная часть гидролокатора, включающая формирование зондирующего сигнала, его излучение и прием, а также алгоритмы обработки эхосигналов, работают корректно.

Что касается получаемых при этом технических характеристик гидролокатора, таких как разрешение по дальности, дальность действия, помехоустойчивость, то они будут определены количественно в 2012 году, поскольку временные рамки и возможности полигона для испытаний не позволили сделать это в 2011 году.

В заключении хотелось бы отметить, что существует еще много вопросов, касающихся особенностей применения сверхширокополосных сигналов в гидролокации и дальнейшие натурные испытания данного гидролокатора несомненно помогут найти на них ответы.

Заключение

Успешно проведенные испытания гидролокатора, использующего в качестве зондирующего сигнала сверхширокополосные зондирующие сигналы, позволяют говорить о наличии всех компонент, необходимых для разработки различных типов отечественных ГАС с сверхширокополосными зондирующими сигналами.

Литература

1. Залогин Н.Н., Скарня А.В. Выбор зондирующего сигнала для гидролокатора». X111 Международная конференция «Радиолокация, навигация, связь». Воронеж, 2002-2007 г.г., стр.2722-2730
2. Залогин Н.Н., Колесов В.В., Скарня А.В. Гидролокация с высоким разрешением. Доклады Выпуск X1-11-ая Международная конференция и выставка Цифровая обработка сигналов и ее применение, 25-27 марта 2009 г., Москва, том 1, стр. 260-263
3. Демидов А.И. и др. Некоторые вопросы практической реализации широкополосных технологий в отечественной гидролокации. XV11 Международная конференция «Радиолокация, навигация, связь». Воронеж, 2010 г., том 3, стр.1886-1893

ACTIVE SONAR WITH ULTRA WIDE BAND PROBE SIGNALS

Demidov A., Zalogin N., Komochkov R., Mosolov S., Sknarya A., Toshov S., Tutynin E.

At present the necessity of introduction of broadband technologies in sonar is becoming increasingly apparent. But for advancement in this direction it is necessary to solve several problems. This report reviewed the results of the practical realization of broadband technology in the domestic sonar on the example of the works to create a new generation of domestic sonar, conducted jointly by IRE by V.A. Kotelnikov RAS and in the Joint Stock Company «NIIP».