

Экспериментальные исследования характеристик объектов правильной формы в измерительном бассейне с помощью гидролокатора со сверхширокополосными зондирующими сигналами

А.В. Скнар, С.А. Тоцов

ОАО «Научно-исследовательский институт приборостроения им. В. В. Тихомирова» 140180, Московская обл., г. Жуковский, ул. Гагарина, д. 3, e-mail: niip@niip.ru

В статье приводятся некоторые результаты натурных исследований характеристик эхо-сигнала от объектов с различной формой с помощью гидролокатора со сверхширокополосным зондирующим сигналом в звукозаглушенном измерительном бассейне. Макет гидролокатора разработан в ОАО «НИИП» (г. Жуковский) совместно с ИПЭ им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва).

The article presents some results of the field investigations of backscattered signals from different objects in anechoic pool using the model of sonar with ultra-wideband probing signals. The model of sonar was developed in JSC “NIIP” together with State Company «IRE by V.A. Kotelnikov RAS».

В современной гидроакустике проблема обнаружения и классификации малоразмерных подводных объектов относится к классу актуальных задач. Анализ современного состояния исследований в этом направлении показывает, что одним из путей решения данной задачи является применение сверхширокополосных (СШП) зондирующих сигналов. [1,2]

В работе [3] представлены результаты, подтверждающие возможность использования СШП сигналов в активной гидролокации в качестве зондирующих сигналов, а также корректность формирования, излучения, приема и обработки данного типа сигнала в разработанном в ОАО «НИИП» (г. Жуковский) совместно с ИПЭ им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва) гидролокаторе со СШП зондирующим сигналом.

В данной работе, которая является продолжением ранее начатых исследований по использованию СШП сигналов в активной гидролокации, рассматриваются некоторые экспериментальные данные, полученные в ходе натурных работ по исследованию характеристик сигналов, отраженных от объектов с различной формой и из различного материала в условиях измерительного бассейна. Эксперименты проводились с использованием активного гидролокатора с СШП сигналами в измерительном бассейне ЮФУ (г. Таганрог).

Во время проведения испытаний блок антенн гидролокатора с диаграммой направленности (ДН) в горизонтальной плоскости 45 градуса (угол α) и 1,5 градусов в вертикальной плоскости жестко устанавливалась на поворотном-подъемном устройстве (ППУ) на половине глубины бассейна. Цели устанавливались на растяжках в зоне диаграммы направленности антенн на расстоянии примерно 3-4 м в соответствии со схемой их расположения (Рисунок 1). В качестве целей были выбраны объекты цилиндрической и сферической формы из различных материалов. В таблице 1 представлены некоторые из исследуемых целей с их характеристиками.

Эксперименты проводились с использованием СШП сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) с нижней частотой 77,5 кГц и девиацией 78 кГц. Длительность посылки ЛЧМ сигнала составляла 2 мс. В процессе проведения экспериментов

производилась корреляционная обработка эхосигналов в реальном времени с выводом осциллограмм ВКФ на экран монитора, а также их запись на жесткий диск с целью последующей обработки.

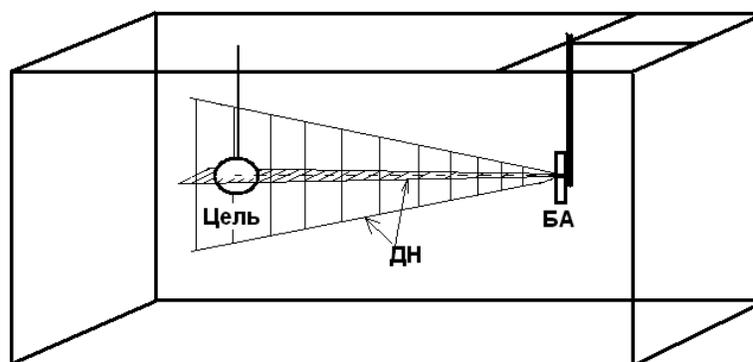


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Таблица 1. Набор целей и их основные характеристики

№	Форма	Габаритные размеры, мм	Материал	Тип
1	сфера	Ø 105	сталь	сплошная
2	сфера	Ø 100	пенопласт	сплошная
3	цилиндр	Ø 57, l=255	сталь	сплошной
4	труба	Ø 110, l=500	ПВХ	полая

В процессе вторичной обработки данных из временной реализации сигнала производилось выделение выборок эхо-сигнала, соответствующих местоположению цели. По отсчетам, соответствующим длительности несжатого импульса отклика от цели в строке, с помощью преобразования Фурье рассчитывался спектральный портрет цели. В результате обработки данных была выявлена зависимость формы огибающей спектра и ВКФ от типа цели.

В таблице 2 представлены фотографии целей, их спектральные портреты (А) и ВКФ (Б). По оси X на графиках А отложена частота (в отсчетах), по оси Y - нормированная спектральная плотность. По оси X на графиках Б отложено время (в с), по оси Y – амплитуда ВКФ (в отсчетах).

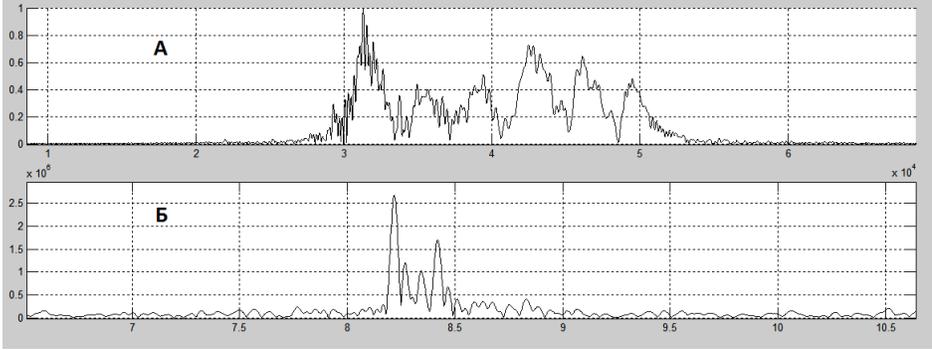
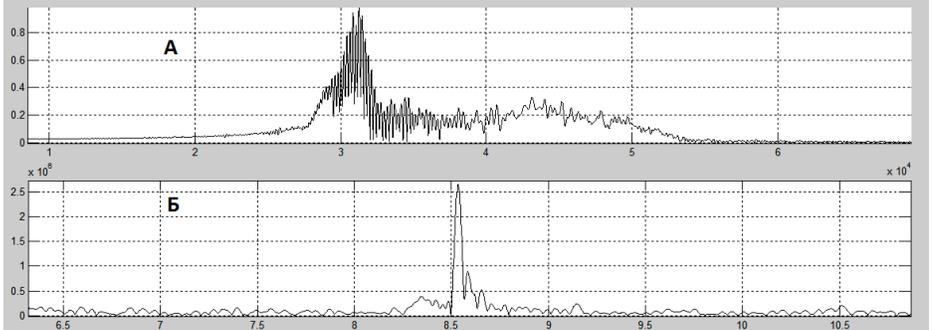
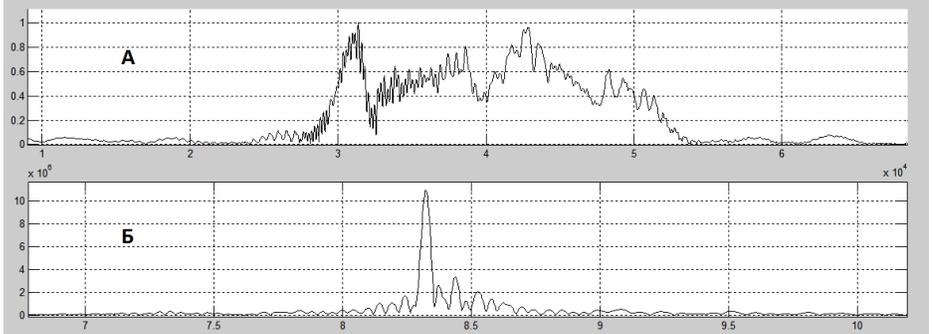
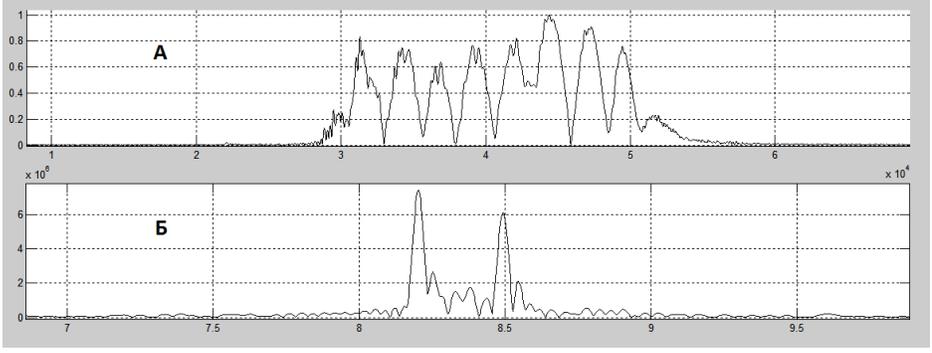
Приведенные в таблице 1 графики показывают отличие ВКФ и спектральных портретов для исследуемых целей. Частотные портреты целей имеют явные отличия от типового спектра ЛЧМ сигнала. При этом ВКФ эхо-сигналов от целей также отличаются от АКФ излученного сигнала.

Наличие вторичных откликов для некоторых целей может быть объяснено отражениями от дальней стенки в случае полой цели из звукопроницаемого материала, а также различного рода поверхностными волнами. [4]

Вторичные эхо-сигналы от цели приводят к модуляции спектра энергии с периодом, характерный для цели. Это позволяет рассчитать характерные временные задержки между

первичными и вторичными откликами от целей, связанные с геометрическими особенностями объекта.

Таблица 2. Портреты целей (А – спектральный, Б - ВКФ)

№	Фотография	Портреты
1		
4		
6		
9		

Из полученных результатов следует, что индивидуальный портрет цели во временной области совместно с ее спектральным портретом потенциально позволяют производить распознавание объектов с большей вероятностью.

В связи с этим необходимо провести теоретические изыскания для определения источников вторичных эхо-сигналов от различных типов целей.

Литература

1. Jae-Buyung Jung, James H. Jacobs, Gerald F. Denny, and Patrick K. Simpson. Broadband Sonar Target Classification: Pool Experiments. Scientific Fishery Systems, Inc. P.O. Box 2420565. Anchorage AK 99524. www.scifish.com
2. А.В. Скнаря, С.А. Тошов К вопросу о преимуществе использования сверхширокополосных сигналов при решении задачи распознавания целей в гидролокации, Доклады Четвертой Всероссийской научной конференции «Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике», Муром, 2013 г., стр. 66-69.
3. А.В. Скнаря, А.И. Демидов, Р.Ш. Комочков, С.А. Тошов О перспективах использования в гидролокации сверхширокополосных зондирующих сигналов, Известия ЮФУ, №9, 2013 г., с.90-96
4. Е.Л. Шендеров. Излучение и рассеяние звука. Л. Судостроение. 1989.