Балтийская Государственная Академия

Рыбопромыслового Флота

Реферат по Введению в специальность

Тема:

"Судовая гидроакустическая аппаратура"

Выполнил курсант I курса:

Павлов Иван Петрович

Преподаватель:

Малышев Вадим Александрович

г. Калининград 2009 год

План реферата

Введение

1. Гидроакустика как наука

2. Развитие гидроакустики

3. Устройство гидроакустической системы

4. Классификация гидроакустических приборов и устройств

Гидролокаторы кругового и секторного обзора

Гидролокаторы бокового обзора

Эхолоты

Профилографы морского дна

Гидроакустические системы позиционирования

LBL системы

SBL системы

USBL системы

LUSBL системы

GIB ситема

Заключение

Список литературы

## Введение

В этом реферате я рассмотрел не только судовую гидроакустическую аппаратуру, но и само понятие гидроакустики в целом. А также её развитие, особенно в советский период. Разобрал устройство гидроакустических систем и их классификацию. Для каждого класса гидроакустической аппаратуры привел название зарубежных образцов и компаний производящих их, которые можно найти на современном рынке.

## 1. Гидроакустика как наука

**Гидроакустика** - раздел акустики, изучающий излучение, прием и распространение звуковых волн в реальной водной среде (в океане, морях, озёрах и т.д.) для целей подводной локации, связи и т.п.

Это наука о подводном звуке, о его излучении, распространении, поглощении, рассеянии, отражении, приеме и отрасль техники, базирующаяся на достижениях этой науки.

Гидроакустика получила широкое практическое применение, ибо никакие виды электромагнитных волн не распространяются в воде (вследствие её электропроводности) на сколько-нибудь значительном расстоянии, и звук, поэтому является единственным возможным средством связи под водой.

Для этих целей пользуются звуковыми частотами от 300 до 10000 Гц и ультразвуками от 10000 Гц и выше. В качестве излучателей и приёмников в звуковой области используются электродинамические и пьезоэлектрические излучатели и гидрофоны, а в ультразвуковой - пьезоэлектрические и магнитострикционные. Кроме звукоподводной связи гидроакустика применяется для:

* Обнаружения шумовых сигналов и определения направления на них;
* Излучения акустических сигналов, обнаружения отраженных сигналов и определения координат;
* Классификации обнаруженных сигналов

Наиболее существенные применения гидроакустики:

* Для решения военных задач;
* Морская навигация;
* Звукоподводная связь;
* Рыбопоисковая разведка;
* Океанологические исследования;
* Сферы деятельности по освоению богатств дна Мирового океана;
* Использование акустики в бассейне (дома или в тренировочном центре по синхронному плаванию)
* Тренировка морских животных.

## 2. Развитие гидроакустики

Гидроакустика как наука имеет долгую историю. Пионером этой науки по праву может считаться Леонардо да Винчи, еще в конце 15 века записавший в своих дневниках - "…если вы остановите судно, возьмете длинную полую трубку и одним концом опустите в воду, а другим концом приложите к уху, то услышите корабли, находящиеся на большом расстоянии…". Среди ученых, оставивших свой след в акустике, были Ньютон, Даламбер, Лагранж, Бернулли, Эйлер, Релей и многие другие.

Гидроакустика как инженерная дисциплина получила свое развитие в начале ХХ века, когда 1912 г.Р. Фессенден (США) разработал первый гидроакустический излучатель большой мощности. Примерно в это же время русским инженером Р. Н. Ниренбергом была создана первая станция подводного телеграфа, а в конце 20-х годов В. Н. Тюлин создал первую гидроакустическую станцию (эхолот).

Сразу оговоримся, что в становление и развитие отечественной гидроакустики внесли свой вклад многие научно-исследовательские и производственные предприятия, расположенные на всей территории бывшего Советского Союза. Освещая вопросы создания гидроакустических систем, нельзя не упомянуть значительную роль ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, Акустического института им. акад. Н. Н. Андреева, ЦНИИ "Гидроприбор", НПО "Атолл" (г. Дубна), ЦНИИ "Риф" (г. Бельцы), НПО "Славутич" (г. Киев), целого ряда институтов Академии наук - Института прикладной физики РАН, Тихоокеанского океанологического института, Института океанологии им. П. П. Ширшова, и многих других. Значительное участие в проектировании гидроакустических средств всегда принимали ЦКБ - проектанты кораблей - носителей ГАК: ЦКБ МТ "Рубин", СПМБМ "Малахит" и др. Важнейшую роль в подготовке кадров для отрасли сыграли учебные заведения, занимающиеся подготовкой специалистов-акустиков - Ленинградский электротехнический институт (ныне СПб ГЭТУ "ЛЭТИ"), Ленинградский кораблестроительный институт (ныне СПб ГМТУ), МГУ им. М. В. Ломоносова, Дальневосточный политехнический институт, Таганрогский радиотехнический институт (ныне ТРТУ) и некоторые другие ВУЗы страны. Нельзя не упомянуть и целый ряд военных научно-исследовательских организаций, активно участвовавших в формировании технических заданий на гидроакустические системы и комплексы, принимавших непосредственное участие в испытаниях и сдаче готовых изделий флоту. В последние годы активно включились в работы по созданию гидроакустических средств Камчатский гидрофизический институт, ЗАО "Аквамарин", ЦНИИ "Электроприбор" и др.

В этом контексте представляется целесообразным кратко коснуться этапа зарождения и становления отечественной гидроакустики, еще раз подчеркнув ту определяющую роль, которую сыграл в этом процессе Ленинград - Санкт-Петербург.

В первой трети двадцатого столетия, которую можно рассматривать как период начального накопления информации и поиска технологий, необходимых для проектирования гидроакустических систем, определяющую роль сыграли такие промышленные организации и ВУЗы города, как Балтийский завод, Остехбюро, Центральная радиолаборатория (ЦРЛ), Завод им. Коминтерна, Государственный электротехнический институт, Институт радиоприема и акустики (ИРПА), Физико-техническая лаборатория, ЛЭТИ им. В. И. Ульянова (Ленина) и др. Они работали в тесном взаимодействии с Гидрографическим управлением флота, Военно-морской академией, Научно-исследовательским морским институтом связи (НИМИС), Научно-исследовательским полигоном связи, Училищем связи и др. В указанных учреждениях плодотворно работали такие видные ученые, как академики Н. Н. Андреев, А. И. Берг, А. Ф. Иоффе, Л. И. Мандельштам, В. Ф. Миткевич, доктора наук Л. Я. Гутин, Б. А. Кудревич, И. Н. Мельтрегер, С. Я. Соколов, В. Н. Тюлин, Е. Е. Шведе, инженеры П. П. Кузьмин, Р. Г. Ниренберг, А. И. Пустовалов, Н. И. Сигачев и др. Результаты деятельности этих ученых и инженеров дают основание считать Ленинград родиной отечественной гидроакустики, а такие ученые, как Н. Н. Андреев, Л. Я. Гутин, С. Я. Соколов и В. Н. Тюлин, по праву должны быть отнесены к ее основоположникам.

Для тридцатых годов двадцатого столетия, безусловно, этапным для развития отечественной гидроакустики стало создание в 1932 г. в Ленинграде завода "Водтрансприбор" - первого серийного завода в сфере гидроакустического приборостроения. Одной из важных задач, которую успешно решил завод, было освобождение страны от иностранной зависимости в области гидроакустической техники. Высокой оценкой деятельности завода стало присуждение в 1941 г. группе его специалистов Е. И. Аладышкину, А. С. Василевскому, В. С. Кудрявцеву, М. И. Маркусу, Л. Ф. Сычеву, 3. Н. Умикову, а также сотруднику НИМИС П. П. Кузьмину Сталинской премии за создание первого отечественного гидролокатора "Тамир-1". Созданные заводом к 1941г. гидроакустические средства, их непрекращавшийся в годы Великой Отечественной войны выпуск, а также хорошо организованная система авторского надзора за эксплуатацией средств на кораблях позволили Военно-Морскому Флоту успешно решать боевые задачи в ходе войны. Творческая жизнь специалистов-гидроакустиков не прекращалась даже во время эвакуации завода в г. Омск. Показателен факт создания в 1943 г. группой специалистов завода, Минно-торпедного института и ряда других организаций неконтактного акустического взрывателя "Краб" для большой якорной мины КБ-3. В 1949 г. создатели взрывателя были удостоены Сталинской премии.

Этапным событием в первые послевоенные годы стало создание при заводе "Водтрансприбор" особого конструкторского бюро (ОКБ-206). Создание ОКБ было определено постановлением Правительства СССР от 10 июля 1946 г., утвердившим 10-летнюю программу развития гидроакустических средств с существенно повышенными ТТХ для ВМФ в обеспечение принятой программы военного кораблестроения. Тем самым были созданы предпосылки для образования в 1949 г. на базе ОКБ-206 первого в стране научно-исследовательского института гидролокации и гидроакустики - НИИ-3 Минсудпрома. Из ОКБ в институт перешли высококвалифицированные специалисты, которые составили костяк института и внесли большой вклад в развитие гидроакустики.

В середине 70-х годов перед ЦНИИ "Морфизприбор" была поставлена задача создать гидроакустическое вооружение для глубоководных подводных аппаратов, малых и сверхмалых ПЛ (МПЛ и СМПЛ). Водоизмещение подобных судов составляет от нескольких десятков до двух-трех сотен тонн, что накладывает весьма жесткие ограничения на массогабаритные показатели гидроакустической аппаратуры. В то же время эта аппаратура должна быть многофункциональной и решать задачи шумопеленгования, эхолокации, обнаружения гидроакустических сигналов, гидроакустической связи, привода водолазов, управления маяками-ответчиками и др. При этом задачи обнаружения целей и сигналов должны решаться во всем водном пространстве, включая верхнюю полусферу. Сокращенное до минимума количество личного состава корабля обусловило необходимость высокого уровня автоматизации процессов управления гидроакустическими средствами. Наконец, необходимо было обеспечить надежную работу гидроакустических антенн при высоком гидростатическом давлении. Все указанные научно-технические и технологические проблемы были преодолены. В результате на вооружение ВМФ был принят ряд гидроакустических средств. Среди них многофункциональный ГАК "Припять-П" для МПЛ "Пиранья".

На сегодняшний день гидроакустика исполняет роли "глаз" и "ушей" при проведении различных подводных работ и исследований. Несмотря на активное развитие в последнее время радио - и телекоммуникаций применение их в подводном пространстве сильно ограничено в силу физических законов распространения электро- и радиоволн в воде. Применение различных видеокамер и видеоустройств ограничено условиями плохой видимости (обычно на глубине 100 метров зона визуального наблюдения не превышает 10 метров). Использование же гидроакустических приборов позволяет получать данные о подводных объектах практически на всех глубинах Мирового океана, причём новейшие разработки позволяют получать изображения подводного пространства с разрешением в несколько сантиметров.

## 3. Устройство гидроакустической системы

Гидроакустическая система состоит из одной или нескольких приёмо-передающей антенны (ППА), устройства управления режимами работы ППА, блока обработки, выдачи и сохранения полученных данных, выполненного обычно на базе персонального компьютера со специальным программным обеспечением.

На сегодняшний день существует огромное количество ППА различных производителей, которые, в основном, обладают сходными техническими параметрами, являются взаимозаменяемыми для различных гидроакустических систем и отличаются лишь различной технологией и материалом изготовления приёмо-передающих элементов.

Основным элементом обработки гидроакустических данных является специальное программное обеспечение (ПО), которое не только "выжимает" максимум информации из получаемых данных, но и вносить, при необходимости, изменения в режимы работы ППА. Такой режим работы ПО предъявляет большие требования к скорости обработки данных компьютером, т.к. запись, измерения и выдача необходимых команд управления должны производиться в реальном масштабе времени. Но на сегодняшний день, благодаря быстрому развитию компьютерных технологий и систем передачи информации, возможности ПО практически не ограничены быстродействием компьютеров, а зависят лишь от используемых алгоритмов фильтрации и обработки данных с ППА.

Визуальное представление полученных и обработанных данных возможно на мониторе, термопринтере, видеомагнитофоне, а при наличии локальной сети или сети Интернет, на любом удалённом устройстве.

Качество и достоверность полученной с помощью гидроакустических приборов информации зависит, прежде всего, от технических параметров самого гидроакустического прибора и ППА. Однако нельзя не учитывать сложные физические и геометрические законы распространение звуковых волн в водном пространстве. Скорость распространения звука в воде величина непостоянная и изменяется в пределах от 1470 до 1550м/с, это обусловлено изменением солёности, температуры и гидростатического давления различных слоёв воды. Расположения ППА по отношению к поверхности воды или морскому дну без учёта направления излучения акустических сигналов может вызвать так называемые зоны "поверхностной или донной засветки" на мониторах гидроакустических приборов. Но даже при соблюдении всех условий и внесении необходимых поправок в систему обработки данных, велико влияние на ППА посторонних шумов от двигателя судна и естественных морских шумов.

Основными параметрами гидроакустических приборов и устройств является частота излучаемого акустического сигнала и угол обзора (диаграмма направленности). Диапазон частот лежит в пределах от единиц килогерц до мегагерц, чем больше частота, тем меньше дальность проникновения сигнала. Диаграмма направленности определяет тип и область применения гидроакустического устройства и различается величиной углов в вертикальной и горизонтальной плоскости.

По количеству излучаемых ППА сигналов различают однолучевые и многолучевые системы. Многолучевые системы производят одновременное сканирование с помощью нескольких десятков гидроакустических сигналов. Они позволяют покрыть большую площадь при сканировании в единицу времени и за счет применения большого количества сигналов с узкой диаграммой направленности получить изображение с высоким разрешением. С использованием компьютерных технологий для обработки и фильтрации данных возможно получение изображений с фотографической чёткостью. В настоящее время многолучевые системы становятся всё более популярными, несмотря на их высокую (сотни тысяч долларов) стоимость.

ППА однолучевых систем способна излучать и принимать только один гидроакустический сигнал в единицу времени. Однако благодаря их надёжности, простоте в эксплуатации и относительно низкой стоимости, однолучевые системы продолжают интенсивно развиваться и находят широкое применение в различных сферах деятельности.

## 4. Классификация гидроакустических приборов и устройств

По назначению, месту расположения на носителе и виду выполняемых работ весь ряд гидроакустических приборов и устройств можно условно разделить на несколько групп:

1) Гидролокаторы кругового и секторного обзора.

2) Гидролокаторы бокового обзора.

3) Эхолоты.

4) Профилографы морского дна.

5) Гидроакустические системы позиционирования.

## Гидролокаторы кругового и секторного обзора

Гидролокаторы кругового и секторного обзора применяются для выполнения широкого ряда задач от гражданских до сугубо военных. Они предназначены для подводной навигации, поиска и допоиска подводных объектов, построения охранных зон и периметров. Интересно использование таких гидролокаторов в качестве подводного измерительного инструмента при обследовании различных подводных структур, когда, используя возможности ПО, можно измерить расстояния и углы между элементами отображаемого объекта. Гидролокаторы кругового и секторного обзора устанавливаются при входе в гавани и порты, на нефтяных платформах, кораблях, подводных лодках, обитаемых подводных аппаратах, телеуправляемых подводных аппаратах, применяются в переносном исполнении водолазами. Существуют специальные гидролокаторы, работающие с вертолёта при погружении ППА на кабель-тросе в воду.

Программное обеспечение в таких системах является ключевым элементом. С его помощью можно не только обрабатывать и выводить полученные с ППА данные, но и изменять сектор обзора гидролокатора, менять мощность излучаемых импульсов, изменять частоту работы ППА, определять дистанцию и пеленг до объекта, осуществлять функцию зуммирования и примерно определять материал облучаемого объекта.

Частота излучения ППА гидролокаторов кругового и секторного обзора лежит в пределах от 300 Кгц до 2 Мгц, а дальность работы от 300 до 10 метров соответственно. Диаграмма направленности гидролокаторов кругового и секторного обзора представляет собой луч с большим вертикальным углом (десятки градусов) и узким горизонтальным (1-3 градуса). По количеству таких лучей различают однолучевые и многолучевые гидролокаторы.

В однолучевых гидролокаторах ППА механически приводится во вращение электроприводом, который управляется с помощью программного обеспечения и может работать, как в режиме постоянного вращения, так и в секторном режиме. ППА в таких гидролокаторах работает в режиме: послал сигнал, принял сигнал - частота посылки зависит от выбранной оператором дальности работы гидролокатора. Основной недостаток однолучевых гидролокаторов низкая скорость сканирования (более 1 минуты для режима кругового обзора на дистанции 100м). Вывод информации на экран чем-то напоминает работу радиолокатора. Однако визуальная интерпретация объектов по изображению на мониторе требует от оператора навыков работы и определённой доли фантазии. Сравнительно низкая стоимость, надежность и простота в эксплуатации, делает эти системы наиболее распространёнными гидроакустическими системами в настоящее время. Широкий ряд гидролокаторов кругового и секторного обзора предлагают такие компании, как Tritech, Stenmar, Kongsberg.

Многолучевые гидролокаторы получают в последнее время всё большое и большое распространение, несмотря на высокую стоимость и необходимость наличия высококвалифицированного персонала для эксплуатации и технического обслуживания. Многолучевые гидролокаторы - это секторные. По своёй сути многолучевая°гидролокаторы, с углом обзора от 600 до 1200. ППА это несколько десятков однолучевых ППА, объединённых в одном корпусе и синхронизированных по времени и частоте работы. При таком построении весь сектор обзора гидролокатора выдаётся в реальном масштабе времени с большим разрешением на мониторе оператора. Чем больше сектор обзора, тем выше степень интеграции элементов в ППА, соответственно стоимость и техническая возможность построения такого ППА. Благодаря этому, применение таких гидролокаторов в навигационных и поисковых целях ограничено функциями допоиска объектов или работой на специальном электроприводе, который перемещает ППА в нужное направление. В последние годы, в связи с резким повышением угрозы терроризма, широкое распространение получили системы охраны водных акваторий, построенные на базе многолучевых гидролокаторов. Обычно одна или несколько многолучевых ППА закреплены на морском дне и развёрнуты в направлении ожидаемого проникновения. Иногда вокруг охраняемых объектов с помощью однолучевых секторных гидролокаторов создаётся охранный периметр, а многолучевая ППА автоматически разворачивается в сторону нарушения периметра и осуществляет захват и сопровождение нарушителя.

Крупнейшими производителями многолучевых гидролокаторов являются компании Kongsberg и Reson. Наиболее интересны последние достижения компании Reson, которая создала уникальный и пока единственный в мире многолучевой гидролокатор с возможностью фокусировки лучей ППА на конкретном объекте, благодаря чему на порядок увеличивается качество изображения.

## Гидролокаторы бокового обзора

Гидролокаторы бокового обзора (ГБО) в основном применяются для поиска объектов, находящихся на морском дне и исследования рельефа дна для прокладки и обслуживания кабелей связи и трубопроводов. В настоящее время стало актуальным построение на основе ГБО и телеуправляемого подводного аппарата систем поиска утопленников на внутренних водоёмах и реках. Такие системы давно используются спасательными службами на озёрах США и Канады, планируется использование таких систем и в России.

"Классический" ГБО выполняется в виде буксируемого подводного аппарата в форме торпеды с двумя ППА по правой и левой стороне и буксируется на расстоянии 30-50 метров от дна со скоростью до 5 узлов. При угле обзора каждого ППА 45º, полоса сканирования дна достигает 100 метров. В некоторых случаях, особенно при прокладке трубопроводов и кабелей связи, целесообразна установка ГБО на телеуправляемый подводный аппарат или обитаемый подводный аппарат. При этом возможно прохождение аппарата на минимальной высоте от дна, и получении максимально полной картины рельефа морского дна в месте планируемой укладки. Работа ГБО непосредственно с судна - носителя возможна, но ограничена из-за сильной чувствительности ППА к посторонним шумам от двигателя судна и воды, а также сильного влияния качки на точность получаемого сигнала. Оператор ГБО по полученной картинке может судить о наличие и примерных размерах объектов находящихся на дне, причём разрешение некоторых систем настолько велико, что позволяет различать объекты в 10 сантиметров. ГБО различаются по допустимой глубине использования, частоте работы, разрешающей способности. Для глубин до 150 метров широко распространены ГБО шотландских компаний Tritech, Stenmar, а также американской компании Marine Sonic Technology. Применение этих надёжных и недорогих систем для больших глубин ограничено мощностью сигналов, передающихся по кабелю. Для глубоководных исследований применяют ГБО, установленные на автономных необитаемых подводных аппаратах (AUV), которые программируются на исследование определённого подводного района, сохранение полученных данных и возвращение к судну-носителю.

Хотелось бы поподробнее рассмотреть применение ГБО в системах поиска тел утопленников. Основываясь на опыте спасателей США и Канады можно отметить, что наиболее оптимальной для применения является система: буксируемый ГБО - малогабаритный телеуправляемый подводный аппарат (ROV). С помощью таких систем становится возможным отыскивать и поднимать тела на глубинах недоступных водолазам, осуществлять поиск независимо от времени года и времени суток, существенно снизить время поиска за счет широкой полосы сканирования ГБО, например при буксировке ГБО на высоте 30 метров от дна ширина полосы сканирования составляет до 60 метров. Кроме того, высокая частота ППА гидролокатора бокового обзора (600 Кгц и выше) позволяет сравнительно легко и быстро классифицировать объект поиска на фоне остальных элементов дна.

## Эхолоты

Эхолоты являются измерительными приборами, предназначенными для промера глубин, отображения профиля и примерной структуры дна, поиска и классификации различных объектов на дне и в толще воды, а также для выполнения различных навигационных задач. Независимо от сферы использования и типа все эхолоты имеют примерно одинаковую конфигурацию: ППА, блок обработки сигналов и надводный блок отображения информации. ППА эхолота имеет коническую вертикальную диаграмму направленности с углом обзора от 10 до 30º. При этом эхолот, как бы “освещает" полосу дна непосредственно под килем судна.

Первичными данными, получаемыми от ППА, является параметры огибающей линии морского дна. В зависимости от типа, технического насыщения эхолота и программного обеспечения эхолот только формирует эти данные в графическом виде на экране монитора или термопринтере, или, используя информацию с других информационных систем и устройств, а также электронную карту районов работ, может создавать трехмерные карты морского дна с привязкой к географическим координатам. В настоящее время практически все эхолоты способны передавать и сохранять, полученные данные на персональный компьютер. Что позволяет в дальнейшим обрабатывать их с помощью мощных вычислительных систем. Включение эхолота в навигационный комплекс корабля позволяет использовать эхолот в режиме "авторулевой", когда рулевому достаточно держать курс корабля в пределах "зелёной зоны" на экране монитора эхолота. Кроме того, эхолот может осуществлять привязку глубин к географическим координатам, при подключении сигналов GPS, с точностью до нескольких метров.

Диапазон частот ППА лежит в пределах от 12 до 500 Кгц. Дальность излучения и приёма отражённого сигнала изменяется в зависимости от частоты и мощности излучения ППА и лежит в пределах от 1 до 3000м. Существуют специальные модели эхолотов с практически не ограниченной дальностью работы, однако обычно они проектируются и изготавливаются под специальный заказ.

Так же как и другие гидроакустические системы различают эхолоты с многолучевой и однолучевой ППА. Применение многолучевых ППА увеличивает ширину полосы сканирования в десятки раз и улучшает качество полученных данных.

Современные однолучевые эхолоты поддерживают одновременное подключение нескольких ППА. Обычно одновременно используется высокочастотный (200Кгц и выше) и низкочастотный (менее 50кГц) ППА для увеличения точности полученных данных. Физически чем выше рабочая частота, тем меньше угол обзора ППА. Например, угол обзора ППА с частотой 200Кгц. Одной из°, в то время как с частотой 30Кгц - 20°составляет 9 особенностей использование антенны с низкой рабочей частотой является большая проникающая способность низкочастотных звуковых волн в донный грунт, поэтому использование таких ППА позволяет делать ориентировочные выводы о составе грунта морского дна. Однако для целей исследования донного грунта и поиска в нём различных предметов целесообразнее использовать донные профилографы.

По способу установки на судно-носитель различают портативные и стационарные эхолоты. Портативные эхолоты обычно состоят из переносных блоков управления и ППА на специальных штангах, для крепления на борту катера или небольшого судна. В стационарном исполнении блок управления монтируется в закрытом помещении, а ППА устанавливается на выдвижной штанге в корпусе судна-носителя. Кроме того, любая ППА эхолота может быть установлена на подводном обитаемом или необитаемом аппарате, что позволяет максимально приблизиться к интересующей области водного пространства и получить наиболее достоверные данные о рельефе дна.

Существует множество фирм-изготовителей эхолотов. Одной из ведущих является датская компания "Reson", которая производит полный спектр эхолотов от переносных однолучевых серии "Navisound" до многолучевых серии "SeaBat". Эхолоты компании Reson широко применяются по всему миру, в том числе и в России.

## Профилографы морского дна

Профилографы дна предназначены для поиска заглубленных на дне объектов, например трубопроводов или кабелей, нахождения заиленных подводных объектов, исследования и классификации состава грунта дна, например при планировании строительства подводных объектов или прокладки трубопроводов, разведки полезных ископаемых и экологического мониторинга.

По своей сути донные профилографы представляют собой практически тот же эхолот, но с очень низкой частотой излучаемого сигнала ППА, менее 12 Кгц. За счет физических особенностей проникновения низкочастотных звуковых волн в твёрдых средах и большой мощности сигналов акустический сигнал проникает в донный грунт на глубину более 100 метров, чем меньше частота сигнала, тем больше проникающая способность.

По способу размещения ППА различают буксируемые и стационарные профилографы. Очень часто в одном буксируемом аппарате совмещается гидролокатор бокового обзора и профилограф дна.

Наибольшую популярность на сегодняшний день имеют многолучевые профилографы компаний Innomar, SeaBeam.

## Гидроакустические системы позиционирования

Гидроакустические системы позиционирования (ГСП). ГСП предназначены для определения точных координат подводных объектов, а также для отслеживания траектории движения и текущей глубины нахождения подводных аппаратов и водолазов в реальном масштабе времени. ГСП представляют собой один или несколько стационарных передающих гидроакустических маяков, установленных на морском дне или судне носителе, маяк-ответчик на перемещающемся или стационарном объекте, ППА или гидрофон на судне-носителе и систему обработки и выдачи информации на борту судна-носителя. ГСП по своей сути является относительной системой координат с судном-носителем в центре отсчёта, при использовании системы GPS возможно позиционирования в абсолютных географических координатах.

В основе определения координат маяка-ответчика под водой лежат геометрические законы нахождения координат какой-либо точки по известным координатам трёх других точек, так называемых базисных точек. Расстояние между двумя точками базиса называется базисной линией. Длина базисной линии определяет алгоритм подсчёта координат и тип ГСП.

При практическом применении оказывается, что, чем меньше базисная линия, тем сильнее физическое воздействие качки и крена судна-носителя на точность определения координат, поэтому для каждого типа ГСП существуют свои ограничения и рекомендуемые варианты использования. Ниже приводятся основные типы ГСП, и кратко поясняются основные принципы их работы.

Различают следующие типы ГСП:

1) ГСП с длинной базисной линией (LBL системы).

2) ГСП с короткой базисной линией (SBL системы).

3) ГСП с ультракороткой базисной линией (USBL, иногда SSBL системы)

4) ГСП комбинированного типа, например LUSBL система.

## LBL системы

Для построения ГСП используются три или более маяков (transponder) стационарно устанавливаемых на морском дне, на расстоянии примерно 500 метров друг от друга в заданных точках с известными географическими координатами. ППА (transducer) на борту судна получает гидроакустические сигналы от каждого базисного маяка и маяка-ответчика. С помощью геометрических и математических преобразований блок обработки определяет абсолютные координаты маяка-ответчика. При перемещении подводного объекта на мониторе выводиться траектория движения в реальном масштабе времени. Достоинства таких систем высокая точность определения координат (субметровая точность), отсутствие влияния на точность системы степени волнения моря и типа судна-носителя, практически неограниченная глубина использования. Основные недостатки это громоздкость системы, необходимость точной выставки базисных маяков на морском дне, необходимость подъёма базисных маяков по окончанию работ. Основное применение таких систем - длительные работы по обследованию каких-либо подводных объектов, строительство и эксплуатация нефтедобывающих платформ, прокладка трубопроводов.

## SBL системы

Такие системы имеют несколько (от трёх и более) разнесённых друг от друга гидрофонов, расположенных в нижней части судна-носителя. Блок обработки, используя гидроакустические сигналы дистанции маяка-ответчика, выдаёт относительные и координаты подводного объекта в реальном масштабе времени. Достоинства такой системы, это её мобильность и достаточно высокая точность (около метра) определения координат объекта. Рабочая глубина ограничена 1000 метров. К основным недостаткам следует отнести требования к минимально длине судна-носителя, необходимость точной калибровки системы. А так же большая чувствительность системы к волнению моря, которая в несколько раз уменьшает точность позиционирования. Для уменьшения влияния качки используется специальный блок компенсации влияния качки (VRU) на изменение гидроакустических сигналов с маяка-ответчика. Благодаря их низкой стоимости такие системы широко использовались и используются для выполнения задач позиционирования подводных аппаратов и водолазов, хотя в последнее время они постепенно вытесняются более простыми и технически развитыми USBL системами. В настоящее время одним из производителей портативных SBL систем является американская компания Dessert Star.

## USBL системы

В основе построения USBL систем лежит принцип определения координат маяка-ответчика по дистанции и углу.

Типичная ГСП такого типа состоит из ППА (transduser) c множеством приёмо-передающих элементов расположенных в виде сферы, блока обработки и блока компенсации влияния качки. Дальность действия таких систем доходит до 4000м. Степень точности зависит от положения маяка-ответчика относительно ППА и выражается в процентах от дистанции и угла.

Обычно, при работах до 1000м, точность определения координат не хуже 10м. Этого достаточно для определения местоположения перемещающегося объекта, например подводного аппарата или водолаза, однако не достаточно для выполнения сложных подводных работ по бурению, строительству и т.п.

## LUSBL системы

Представляют собой комбинацию LBL и USBL систем, объединяя в себе все их достоинства. Такие ГСП обладают повышенной (сантиметровой) точностью, работают с большим количеством подводных объектов и применяются для выполнения наиболее сложных подводно-технических работ, как, например, постройка и обслуживание нефтедобывающих комплексов.

## 5. GIB ситема

В последние годы на рынке гидроакустических систем появилась принципиально новая система позиционирования, которая использует основные принципы построения стандартных ГСП LBL и SBL типа с одновременным сопоставлением координат с сигналами DGPS (DGPS или дифференциальная система GPS выдаёт координаты объекта с точностью до 0,5м, за счет корректировки сигналов GPS от стационарной наземной станции). Её нельзя отнести к какому-либо вышеописанному типу, хотя в чём-то она напоминает LBL и SBL системы.

Французская компания ACSA предложила использовать несколько плавающих буев с гидроакустическими ППА и приёмниками DGPS для получения координат маяка-ответчика. Она назвала свою систему - GIB система, от английского GPS Intelligent Buoys. ППА и приёмник DGPS на каждом буе работают в строгой синхронизации по времени и посылают полученные данные, в УКВ диапазоне на центральный модуль, обычно установленный на судне носителе, для их дальнейшей обработки. Успешные испытания такой системы в последние годы привлекло к ней большое внимание гидрографических, спасательных и военных служб.

К основным достоинствам GIB системы можно отнести очень высокую точность определения абсолютных координат подводного объекта (до 0,5 м), мобильность (расстановка буёв занимает менее 30 минут и выполняется с резиновой лодки), возможность быстрой транспортировки и установки на различных типах судов-носителей, возможность работать на малых глубинах (5-15 метров), стоимость сравнимая с USBL системами.

Диапазон применение такой ГСП велик. Благодаря своей мобильности, высокой скорости развёртывания и нетребовательности к типу судна обеспечения, такая система идеальна для выполнения спасательных и поисковых работ, причём при проведении работ в прямой видимости от берега, возможно размещение центрального поста управления непосредственно на берегу. В сочетании с водолазами или подводными аппаратами такая система позволяет в короткие сроки обнаруживать и определять координаты затонувших объектов, а также осуществляет слежение за перемещениями водолазов или подводных аппаратов при обследовании этих объектов. Специальный модуль, прилагаемый к данной системе, позволяет пеленговать акустические сигналы с чёрных ящиков потерпевших аварию самолётов или вертолётов и осуществлять вывод на них водолазов или подводных аппаратов.

## Заключение

Возможности гидроакустики постоянно расширяются и не заканчиваются на применении, которое рассматривается в реферате. Существуют большие гидроакустические комплексы и станции, применяемые в гражданских и военных целях, гидроакустические системы передачи информации, батиметрические гидроакустические комплексы, гидроакустические комплексы, применяющиеся в биологических целях и т.п.

Повышенный интерес к изучению внутренних водоёмов, морских и океанских просторов стимулирует появлению на рынке всё новых и новых гидроакустических приборов и устройств, и автор надеется, что Россия с её огромными внутренними и внешними водными пространствами не останется в стороне от столь перспективного и бурно развивающегося направления.

Если Вы желаете более глубоко изучить приведенные гидроакустические приборы или больше узнать о развитии гидроакустики, советую прочитать подробно приведенную ниже литературу.

## Список литературы

1. Из истории отечественной гидроакустики. СПб., 1998.

2. 50 лет ЦНИИ "Морфизприбор". СПб, 1999.

3. Дайджест зарубежной прессы по вопросам кораблестроения. Вып.4. СПб.: Элмор, 1993.

4. Гурвич А.А., Гусев Н.М., Яковлев Г.В. Гидроакустические системы с гибкими протяженными буксируемыми антеннами // Судостроение за рубежом. 1984. № 10 (214). С.34-53.

5. Бородин В.И., Смирнов Г.Е., Толстякова Н.А., Яковлев Г.В. Гидроакустические навигационные средства. Л.: Судостроение, 1983.

6. Корякин Ю.А. и др. Гидроакустические системы // Сб. "Наука Санкт-Петербурга и морская мощь России", СПб: Наука, 2002. С.388-416.

7. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника. СПб: Наука, 2004.