

УДК 534.222

В.П. Дегтярев**ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ
НЕПРЕРЫВНОГО СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ
ДНА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ**

Приведены результаты анализа условий применения гидроакустических систем для сейсмоакустического профилирования дна Арктических морей. Предложен концептуальный проект дрейфующего автоматизированного поста и рассмотрены технико-эксплуатационные характеристики параметрического профилографа и спаркера, адаптированных для использования в автоматическом режиме. Приведены примеры расчетов технических характеристик перспективных гидроакустических систем для решения задач масштабных исследований морского шельфа.

Гидроакустические системы; сейсмоакустическое профилирование дна; параметрический профилограф.

V.P. Degtyarev**TECHNICAL EXPLOITATION PROPERTIES OF THE PERSPECTIVE
MODELS OF THE HYDROACOUSTIC SYSTEMS FOR THE CONTINUOUS
SEISMIC ACOUSTIC PROFILING OF THE ARCTIC SEAS BOTTOM**

The results of the analysis of the conditions of application of hydroacoustic systems for the seismic acoustic profiling of the Arctic Seas bottom are given. The conceptional project of the drifting automated device is suggested as well as the technical exploitation properties of the parametric acoustic device sparking device adapted for the use in automatic regime is given. The examples of calculations of the technical parameters of the perspective hydroacoustic systems for solving the tasks of large-scale research of the sea shelf are also given.

Hydroacoustic systems; seismic acoustic profiling of the Seas bottom; parametric acoustic device.

Одной из основных задач отечественного морского приборостроения в ближайшие и более отдаленные годы будет создание новых технических средств разведки и освоения богатейших месторождений углеводородов на континентальном шельфе замерзающих морей Арктики и Дальнего Востока. Действующая Федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 гг. предусматривает создание в 2012–2014 гг. новой технологии сейсморазведки морских шельфовых месторождений, проведение натурных сейсмоакустических измерений на базе новых информационных технологий и опытных образцов техники (мероприятие 1.2.4. Разработка технологий и систем для подводной разведки и мониторинга месторождений углеводородов – комплекс работ «Разведка»).

Автоматизация и расширение масштабов сейсмоакустических работ являются необходимыми условиями для достижения планируемого к 2020 г. объема сейсмоакустического профилирования в 400 000 пог. км, при этом в настоящее время объемы исследований на Арктическом шельфе составляют не более чем 10 000 пог. км в год [1].

Характерной особенностью Арктических морей является ледовый покров, который наблюдается круглый год в Восточно-Арктических морях и до 7–8 месяцев в Баренцевом и Карском морях. При этом арктические льды находятся в постоянном движении, что позволяет использовать их в качестве транспортного

средства для размещения исследовательской и сейсмоакустической аппаратуры. Методика долгосрочного (до 30 суток) прогноза траектории движения льдов в настоящее время разработана и опробована российскими специалистами [2], поэтому для круглогодичного исследования дна заданных районов Арктического шельфа методом непрерывного сейсмоакустического профилирования целесообразно применение сети дрейфующих автономных автоматических постов, оснащенных современными гидроакустическими средствами – профилографами и спаркерами, работающих в специфических ледовых условиях.

С помощью профилографа, работающего в диапазоне частот от 1 до 12 кГц по методу отраженных волн, возможно исследование детальной структуры морского дна на глубину до 100 м. С помощью спаркера (подводного искрового зарядника), формирующего мощные акустические импульсы и использующего метод преломленных волн, возможно исследование глубины залегания и типа осадочных и коренных пород на глубинах до 0,5–1,5 км [3]. Комбинация двух методов изучения структуры морского дна позволяет выполнять исследования с максимальной информативностью [4].

В связи с высокими требованиями по идентификации акустической информации применительно к задачам геологоразведки в качестве профилографа наиболее перспективным является использование отечественных гидроакустических параметрических систем с широкополосными сигналами [5]. Обладая высокой направленностью на низких, хорошо проникающих в грунт частотах, малогабаритностью и широким диапазоном используемых частот, параметрические гидроакустические системы профилирования донных осадков должны стать основным компонентом, формирующим проектный облик дрейфующих автоматизированных постов.

По результатам анализа гидроакустических условий и ледовой обстановки в арктических морях автором при участии ученых Таганрогского технологического института Южного федерального университета разработан проектный облик дрейфующего автономного автоматического поста. Структура поста представлена на рис. 1.

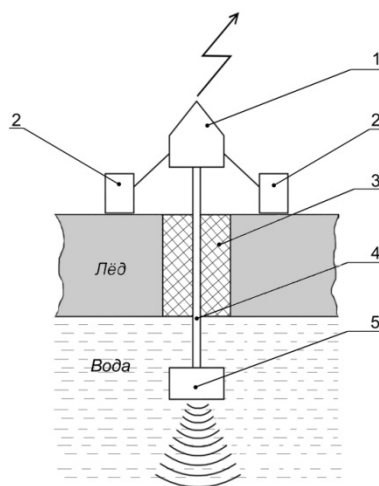


Рис. 1. Проектный облик дрейфующего автоматизированного поста

На рис. 1 обозначены следующие компоненты автоматизированного поста:

- 1 – базовый блок поста;
- 2 – опорные поплавки;

- 3 – заполнитель-демпфер;
- 4 – соединительная труба;
- 5 – подводный блок.

Базовый блок 1 содержит модули автономного электропитания, приема-передачи данных по радиоканалу, управления и хранения данных, приемник спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

Опорные поплавки 2 обеспечивают устойчивое по вертикали положение поста как на льду, так и на открытой воде.

Заполнитель-демпфер 3 служит для снижения механических нагрузок на пост при деформациях льдины.

Подводный блок 5 содержит акустические антенны и приемопередатчики параметрического профилографа и спаркера.

Ниже рассмотрены условия эксплуатации и специфические требования к гидроакустической аппаратуре таких постов.

По данным многолетних исследований, толщина многолетнего льда в Арктике составляет: наибольшие толщины льдов наблюдаются в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском – 190–220 см, наименьшие – 100–130 см в юго-западной части Карского моря, несколько большая до 160 см в юго-западной части Чукотского моря. Диапазон глубин шельфа на большей части акватории Арктических морей составляет от 30 до 500 м. Температура воды непосредственно подо льдом составляет около минус 2° С. С учетом диапазона значений наблюдаемых в Арктике температур воздуха от минус 47° С до + 16° С, аппаратная часть базового блока должна иметь климатическое исполнение, устойчивое к воздействию температур окружающего воздуха от минус 50° С до + 25° С. Подводный блок должен быть рассчитан на транспортирование в этом диапазоне температур, при этом интервал рабочих температур для антенных частей профилографа и спаркера составит от минус 5° С до + 10° С (при работе поста в открытой воде).

Средняя потребляемая электрическая мощность профилографа рассчитывается исходя из максимальных значений электрической мощности и длительности импульса, а также периода повторения зондирующих импульсов. При постоянной ширине характеристики направленности параметрического профилографа (например 3° С) радиус зондируемой площади дна будет пропорционален глубине места и составит от 0,8 до 13 м в диапазоне глубин 30–500 м. С учетом максимальной скорости дрейфа льдов (около 0,7 м/с) и обеспечения непрерывности профилирования дна, период повторения зондирующих импульсов должен составлять от 2,2 до 37,2 с. Очевидно, что период повторения импульсов должен автоматически изменяться в зависимости от глубины места и скорости движения льдины, на которой установлен автоматический пост. Такой режим позволяет существенно снизить потребление электроэнергии профилографом. При излучаемой в импульсе мощности 10 кВт, длительности импульса 5 мс, глубине места 100 м и скорости движения льда 0,4 м/с средняя потребляемая электрическая мощность составит всего 3,85 Вт.

Средняя потребляемая электрическая мощность спаркера при мощности импульса 20 кВт, длительности импульса 10 мс и периоде повторения, большем, чем время перемещения поста до непрозондированной части дна (сейсмоакустические сигналы проникают в слаботражающие грунты на расстояние до 0,5 км, что соответствует периоду 1 000 с при скорости дрейфа льдов 0,5 м/с), составит не более 0,2 Вт. Таким образом, гидроакустическая аппаратура должна быть адаптивной и автоматически, по данным о глубине дна и скорости дрейфа, устанавливать оптимальный режим зондирования.

Низкое энергопотребление (в целом не более 5–10 Вт) дает возможность автономной работы поста в течение 10–12 месяцев без перезарядки батарей. Аналогичные характеристики энергопотребления и автономности приведены в проекте многофункционального радиогидроакустического буя для размещения в акваториях Охотского моря и Курило-Камчатской гряды [6].

Важной технической характеристикой является синхронизация спаркерных трактов постов, размещенных цепью на определенных расстояниях друг от друга. С помощью радиоканала можно синхронизировать работу излучающих и приемных антенн спаркеров и получать сейсмоакустические разрезы дна по всей длине цепи постов. При расстоянии между постами 0,5 км длина цепи из 100 дрейфующих постов составит 50 км. Таким образом, за один цикл длительностью 30–50 с можно получить разрез дна длиной в десятки километров.

При эксплуатации гидроакустических систем в составе автоматического поста должна быть обеспечена ремонтпригодность и мобильность составных частей поста для быстрого и удобного монтажа/демонтажа оборудования. В конструкции поста необходимо применить современные морозоустойчивые материалы и соединения, способные сохранять свои прочностные характеристики при температуре минус 50° С. Для обеспечения мобильности (транспортирование поста вертолетом) общий вес поста не должен превышать 400 кг, а вес любой составной части – не более 50 кг для безопасной работы двух человек при сборке/демонтаже поста.

Отдельно стоит задача обеспечения надежности работы пьезоэлектрических компонентов гидроакустических систем в условиях низких температур и возможного обледенения акустических антенн. Конструкционные решения и технические средства, предотвращающие образование льда на рабочих поверхностях антенн, должны быть разработаны с учетом теплофизических и химических свойств слоя воды непосредственно подо льдом.

Рассмотренные технико-эксплуатационные характеристики гидроакустических систем для непрерывного сейсмоакустического профилирования дна Арктических морей могут быть использованы для разработки технического предложения и технического задания на выполнение работ по проектированию нового класса гражданской морской техники – автономных автоматических постов ледоустойчивого исполнения для сейсмоакустических исследований шельфа арктических морей России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуikov Д. Арктика – не место для борьбы // Электронное изд. «Наука и технологии России». Оpubл. 22.04.2009. www.strf.ru/science.aspx.
2. Горбунов Ю.А., Карелин И.Д., Кузнецов И.М., Лосев С.М., Соколов А.Л. Основы физико-статистических методов ледовых прогнозов и расчетов для арктических морей заблаговременностью до 30 суток. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 266 с.
3. Евтютов А.П., Колесников А.Е., Корепин Е.А. и др. Справочник по гидроакустике. – 2-е изд., перераб и доп. – Л.: Судостроение. 1988. – С. 46-47.
4. Гайнанов В.Г., Левченко О.В., Мерклин Л.Р., Зверев А.С., Соколов С.Ю. Високоразрешающие сейсмоакустические исследования в центральной части Каспийского моря // Тезисы научн. конф. «Ломоносовские чтения» МГУ, апрель 2005. Оpubл. 20.09.2007. <http://geo.web.ru/db/msg.html>.
5. Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Гидроакустические параметрические системные процессы в акустике океана. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2004. – С. 315-327.
6. Емельяненко В.Ф. Малащенко А.Е. Система автономных радиогидроакустических буев независимого мониторинга районов судоходства и наведения спасательных сил и средств на терпящие бедствие и затонувшие объекты // Труды Всеросс. научно-практ. конф. «Научное и техническое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана». – Новосибирск, 2010. – С. 130-134.

Статью рекомендовали к опубликованию: д.т.н. И.Г. Проценко, д.т.н. И.И. Турулин.

Дегтярев Владимир Павлович

Закрытое акционерное общество «Научно-производственное предприятие "Нелак».

E-mail: dvp777@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: +79526070101.

Эксперт.

Degtyarev Vladimir Pavlovich

Stock company «Scientific-manufacturing enterprise «Nolacs».

E-mail: dvp777@mail.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79526070101.

Expert.

УДК 621.372.54

**А.И. Демидов, Р.Ш. Комочков, С.С. Мосолов, А.В. Скняря, С.А. Тошова,
Е.В. Тутынин**

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИДРОЛОКАЦИИ: НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ

В настоящее время все более очевидной становится необходимость внедрения в гидролокацию широкополосных технологий. Однако на этом пути есть ряд проблем. В докладе рассмотрены вопросы практической реализации широкополосной технологии в отечественной гидролокации на примере работ, проводимых в ОАО «НИИП». Результаты проведенных испытаний разработанного и созданного в ОАО «НИИП» макета гидролокатора, использующего широкополосные зондирующие сигналы, позволяют с уверенностью говорить о разработке в самое ближайшее время различных типов отечественных гидролокаторов с широкополосными зондирующими сигналами. По сравнению с ныне существующими гидролокаторами они будут иметь существенно лучшие технические характеристики такие как разрешающая способность, дальность действия, помехоустойчивость.

Широкополосные технологии, гидролокатор бокового обзора, широкополосные сложные сигналы.

**A.I. Demidov, R.S. Komochkov, S.S. Mosolov, S.A. Toshova, A.V. Sknarya,
E.V. Tutynin**

SOME QUESTION OF THE PRACTICAL REALIZATION OF A WIDE BAND TECHNOLOGY IN THE NATIVE SONAR

In the real time necessity of the introduction a wide band technology in the sonar will be more obviously. But in this way is next some problems. In the report will be consider a questions of the of the practical realization of a wide band technology in the native sonar on the example of the works, which are making in company «NIIP». Results of the spent tests of the breadboard model of the hydrolocator using broadband probing signals developed and created in company «NIIP», allow to speak with confidence about working out in the nearest future various types of domestic hydrolocators with broadband probing signals. In comparison with nowadays existing hydrolocators they will have essentially best technical characteristics such as resolution, range of action, a noise stability.

Broadband Technologies; side-scan sonar; broadband complex signals.