

Краткие сообщения

УДК 534.232

Ж.Ю. Бондарева, Д.А. Кравчук

ПРИМЕНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ В ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА МОРСКОГО ШЕЛЬФА*

Рассмотрен ряд вопросов, связанных с увеличением дальности действия, повышением разрешающей способности и одновременного определения дистанции до цели и ее радиальной скорости. Для решения данных вопросов при проектировании подводных систем связи необходимо использование широкополосных сигналов для систем мониторинга морского шельфа.

Кроме того, в работе рассмотрены основные методы обработки ШПС. При их обнаружении в зашумлённом ГА-канале наиболее применимым является корреляционный метод. Для случаев с селективными замираниями и ярко выраженными дисперсионными характеристиками среды распространения сигнала целесообразно рассматривать использовать модуляцию с множеством несущих OFDM (orthogonal frequency division multiplexing – ортогональное частотное уплотнение)

Сложные сигналы; шумоподобные сигналы.

Z.Yu. Bondareva, D.A. Kravchuk

APPLICATION OF BROADBAND SIGNALS IN HYDROACOUSTIC COMMUNICATIONS SYSTEM IN MULTIAGENT SYSTEMS MONITOR MARINE SHELF

The report covers the problems of compound signals use while projecting underwater communication systems. Decisions of these issues in the design of underwater communication systems require the use of wideband signals for monitoring the sea shelf.

In addition, the paper discusses about the basic methods of processing noise-like signals. When it detected in a noisy GA-channel correlation is the most applicable method. For cases with selective fading and pronounced the dispersion characteristics of the medium of propagation is expedient to consider using multi-carrier modulation orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).

Compound signals; noise-type signals.

Процесс в гидролокации, связанный как с увеличением дальности действия и повышением разрешающей способности по дальности и угловым координатам, так и с возможностями одновременного определения дальности и радиальной скорости целей, настойчиво требует использования в гидролокаторах сложных широкополосных зондирующих сигналов большой длительности. В последнее время для целей гидроакустической навигации и связи широкое распространение получили разработки, связанные с применением фазоманипулированных сигналов. Данный

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг. » соглашение № 14.A18.21.1284).

подход использован в ряде работ, посвященных экспериментальным исследованиям низкочастотных систем большой дальности действия [2]. Разработка гидроакустических средств навигационного обеспечения, телеуправления и телеметрии относится к числу приоритетных задач при создании подводных роботов для мониторинга морской среды. В используемых гидроакустических средствах с дальностью действия (10–15) км, используются, как правило, простые сигналы с частотно-временным разделением для кодирования информации и обозначения абонентов навигационной сети [1].

Применение сложных сигналов представляется перспективным также и при реализации навигационных средств средней дальности действия (10–15) км. Имеются три главных требования, обеспечивающих повышенные характеристики точности гидроакустических средств, в которых могут быть реализованы сложные сигналы:

- ◆ определение эффективной скорости распространения сигналов с высокой точностью за счет повышенной помехоустойчивости и реализации технологий выделения прямых лучей в сложных каналах связи;
- ◆ высокоточное определение времени прихода навигационных сигналов, зависящего только от полосы пропускания антенной системы.
- ◆ расширение возможностей навигационной системы, с помощью реализации систем управления и телеметрии за счет работы с ансамблем ортогональных навигационных сигналов.

Авторами работы [6] разработан и создан гидролокатор нового поколения. В качестве зондирующих сигналов при проведении испытаний использовались два сигнала, сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), а также дискретно кодированный по частоте сигнал (ДКЧС). При проведении натурных экспериментов использовались практически все известные на сегодняшний день сигналы (с линейной, квадратичной, гиперболической модуляцией, дискретно-кодированные по частоте сигналы).

В ОАО «НИИП» был разработан экспериментальный образец гидролокатора, эксперименты по обнаружению целей в толще воды при использовании ДКЧС доказали большую дальность обнаружения цели, чем при использовании ДЧМ-сигнала [7].

В работе [3] рассматриваются вопросы, относящиеся к разработке программно-аппаратных средств многоканальной обработки в реальном масштабе времени гидроакустических шумоподобных навигационных и управляющих сигналов, макетированию элементов и натурным экспериментам для обоснования характеристик системы.

Основным методом обработки ШПС при их обнаружении в зашумленном ГА-канале связи является корреляционный метод. Решение об обнаружении и определении времени распространения навигационного сигнала между пунктами излучения и приема принимается по максимальному значению корреляционной функции на рассматриваемом интервале и задержке этого максимума относительно импульса синхронизации.

Также в настоящее время перспективно использовать модуляцию с множеством несущих OFDM (orthogonal frequency division multiplexing – ортогональное частотное уплотнение) в каналах связи с частотно-селективными замираниями и ярко выраженными дисперсионными характеристиками среды распространения сигнала. Для систем цифровой передачи данных модуляция и детектирование сигнала OFDM эффективно реализуется при использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ). Использование дополнительной частотной модуляции для многочастотного сигнала (OFDM-4М) позволяет решить ряд проблем при реализации OFDM. Для OFDM-4М не требуются линейные усилительные и преобра-

зовательные каскады, снижена чувствительность много частота ого сигнала к доплеровскому сдвигу частот в канале связи, нет необходимости в когерентном детектировании сигнала, что существенно важно в каналах с быстро меняющимися фазовыми характеристиками [4].

Значительная нелинейная и нестационарная природа гидроакустических каналов связи требует значительной помехоустойчивости применяемых систем модуляции. Пропускная способность подобных линий связи полностью определяется величиной многолучевых искажений сигнала при распространении [5]. Необходимо также отметить, что в гидроакустике (в отличие от радиосвязи) частотная модуляция в режиме телефонии (частоты звука 0,1–3,5 кГц) возможна только при частоте несущей свыше 100 кГц, так как ширина спектра частотно-модулированного ТЛФ-сигнала превышает 10 кГц. В работе [5] приведена автоматизированная установка для измерения параметров пьезоэлементов, которые будут использованы при создании подводных антенн связи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеев М.Д., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. и др. Автономные подводные роботы. Системы и технологии. – М.: Наука, 2005. – 400 с.
2. Касаткин Б.А., Матвиенко Ю.В., Злобина Н.В., Рылов Р.Н. Принципы построения гидроакустических навигационных систем дальнего радиуса действия // Proc. of Intern. Conf. SubSeaTech'2007. June 25-28. – St. Petersburg, 2007.
3. Бурдинский И.Н., Матвиенко Ю.В. О применении сложных сигналов в гидроакустических системах навигации и управления подводными роботами. Институт проблем морских технологий ДВО РАН Владивосток // Подводные исследования и робототехника. – 2008. – № 1 (5).
4. Родионов А.Ю. Многочастотные цифровые системы связи в условиях многолучевого распространения и их энергетическая эффективность // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С. 69-72.
5. Кравчук Д.А., Пивнев П.П., Маркова И.Н. Экспериментальные исследования электроакустических характеристик пьезоэлементов антенны для гидроакустических систем различного назначения // Сборник научных трудов SWorld. Материалы Международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». – Вып. 1. Т. 1. – Одесса: 2012. – 96 с.
6. Демидов А.И., Залогин Н.Н., Комочком Р.Ш. и др. К вопросу о практическом применении сверхширокополосных зондирующих сигналов в отечественных гидролокаторах. Труды XI Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – Санкт-Петербург: Наука, 2012.
7. Радиолокационные системы специального и гражданского назначения 2010-2012 / Под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011. – 920 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.И. Бутенко.

Кравчук Денис Александрович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: denik545@yandex.ru; 347922, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2; к.т.н.; доцент.

Бондарева Жанна Юрьевна – e-mail: ya.zhanna-bondareva@mail.ru; студент.

Kravchuk Denis Aleksandrovich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: denik545@yandex.ru; 2, Shevchenko street, Taganrog, 347922, Russia; cand. of eng. sc.; associate professor.

Bondareva Zhanna Yur'evna – e-mail: ya.zhanna-bondareva@mail.ru; student.