

УДК 623.74

© А. Е. Бородин

Дальневосточное отделение Секции прикладных проблем при Президиуме РАН, Владивосток
spp_dvo@hq.febras.ru

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ ПЕРСПЕКТИВНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В МОРСКОЙ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ВОЙНЕ

Приводятся основные тактико-технические преимущества авиационных противолодочных комплексов в борьбе с подводным противником. Описаны принципы контроля подводной обстановки с помощью авиационных радиогидроакустических систем, использующих в качестве датчиков распределенные по контролируемой акватории радиогидроакустические буи. Выполнен анализ традиционного для радиогидроакустических систем метода контроля подводной обстановки на основе одиночных обнаружителей, а также представлен перспективный для авиационных противолодочных комплексов метод контроля подводной обстановки на основе распределенного обнаружителя, при котором датчики (буи) рассматриваются как пространственно-распределенная измерительная сеть с взаимной обработкой первичной информации от них. Универсальность данного метода по видам гидрофизических параметров и способам их измерения позволяет реализовать на его основе мультипараметрическую систему первичного обнаружения подводных объектов, внедрение которой в авиационные противолодочные комплексы сделает их локальным узлом морской сетецентрической войны.

Ключевые слова: распределенные системы обнаружения, метод пространственного обнаружения, противолодочная борьба, авиационные комплексы, сетецентрическая война.

A. E. Borodin

Far Eastern office of applied problems section of Presidium of RAS, Vladivostok, Russia

METHODS OF CONTROL THE UNDERWATER SITUATION BY THE PERSPECTIVE AVIATION COMPLEXES IN SEA NETWORK-CENTRIC WARFARE

The basic tactical and technical advantages of aviation antisubmarine complexes in an underwater warfare are considered. The principles of an underwater surveillance using aviation radiohydroacoustic systems with sonobuoys distributed on a controlled aquatory are described. The method of an underwater surveillance based on single detectors which is traditional for radiohydroacoustic systems is analyzed. The method of an underwater surveillance based on a distributed detector which is perspective for aviation antisubmarine complexes is presented. In this case sensors (sonobuoys) are used as a spatially-distributed measuring network with relative processing of primary information from them. Since the method is universal by the type of hydrophysical parameters and means of their measurement it can be used for multiparameter system of primary detection of underwater objects. The use of such system in aviation antisubmarine complexes will make them a local host of sea network-centric warfare.

Key words: spatially distributed systems, distributed detection, anti-submarine warfare, aviation complexes, network-centric warfare.

Обладая специфическими тактико-техническими характеристиками авиационные противолодочные комплексы (АПЛК) занимают особое место в системе противолодочной борьбы (рис. 1). Являясь наиболее мобильными среди противолодочных платформ, именно они обеспечивают решение в удаленных акваториях задачи поражения подводных объектов (ПО) с максимальной оперативностью. В отличие от подводных и надводных платформ, они функционируют в различных с подводным противником средах, что дает им существенные тактические преимущества. Большой возимый комплект сбрасываемых средств поиска и возможность длительного патрулирования позволяют АПЛК контролировать значительные морские акватории, в том числе решая задачи первичного освящения обстановки в районах вне зоны действия стационарных систем наблюдения.

Перечисленные достоинства АПЛК позволяют рассматривать их как наиболее эффективное средство для сетецентрических боевых действий (*Net-Centric warfare*), концепция которых



Рис. 1. Современные авиационные противолодочные комплексы.
 а — GX-6; б — Ил-38Н; в — Ка-27М; з — P-3C Up3; д — P-8A; е — MH-60R.

активно внедряется в морскую войну и ее противолодочную компоненту. Данная концепция ставит своей целью «...достижение значительной быстроты и эффективности боевых действий в условиях обстановки, характеризующейся рассредоточенностью войск, децентрализованным управлением, динамичностью и неопределенностью» [1]. Ее ключевым преимуществом над платформоцентрической концепцией является сокращение времени реакции цепи «сенсор-оружие» [2]. Это означает, что результативность сетецентрических боевых действий (СЦБД), а так же максимально достижимая площадь их театра, находится в прямой зависимости от мобильных свойств вовлеченных платформ.

В свою очередь, эффективность АПЛК как разведывательно-ударной сетецентрической платформы определяется возможностями его средств поиска и локализации ПО. Основным таким средством являются радиогидроакустические системы (РГС), использующие в качестве датчиков радиогидроакустические буи (РГБ) различных типов, сбрасываемых в районе вероятного или предполагаемого места цели.

В основе работы РГС лежит гипотеза об условной равномерности гидроакустических шумов в поисковом районе большой площади, в котором движется нарушающий ее локальный источник гидроакустических сигналов. Соответственно, обнаружение источника выполняется по изменению во времени уровня и/или спектрального состава принимаемых буями гидроакустических сигналов.

Наиболее распространённым методом контроля подводной обстановки является традиционный для РГС метод одиночных обнаружителей, при котором решение об обнаружении принимается индивидуально по каждому РГБ, независимо от его типа и способа получения информации о гидроакустическом поле. Повышение достоверности обнаружения и определение элементов движения цели (ЭДЦ) обеспечивается вторичной обработкой информации о пространственных параметрах контакта (последовательность реагирования обнаружителей, дальность, пеленг) и результатов сравнения гидроакустических сигналов от разных РГБ.

Эффективность применения АПЛК при данном методе находится в полной зависимости от дальности обнаружения одиночным обнаружителем. Один из способов ее увеличения заключается

в применении буев с большим потенциалом обнаружения, что при современных уровнях акустической заметности ПО требует создания активных или активно-пассивных дрейфующих гидроакустических станций, оснащенных датчиками с развитыми антенными системами. При этом возрастает зависимость эффективности АПЛК от вероятности правильного функционирования одиночного буя, что с учетом кратного увеличения сложности, стоимости, массы и габаритов дрейфующих ГАС снижает экономические, эксплуатационные и надежность показатели поисковой операции.

Вероятно, по этим причинам такой способ не нашел развития в зарубежных РГС, где преобладающим решением стало снижения порога обнаружения с компенсацией возникающего прироста вероятности ложной тревоги за счет вторичной обработки информации.

Наиболее перспективным для отечественных РГС представляется метод, известный в зарубежных источниках [3] как «распределенное обнаружение» (*distributed detection*), широко используемый при решении многих научных и технических задач (рис. 2, см. вклейку).

В его основе лежит принцип взаимной обработки поступивших от всех датчиков первичных данных. Сами датчики рассматриваются как элементы единой пространственно-распределенной измерительной сети, обеспечивающей получение в реальном времени информации о состоянии и изменениях контролируемых параметров среды. Результаты обработки представляются в виде трехмерной картины, формируемой в координатном базисе элементов сети.

Преимуществом данного метода над методом одиночных обнаружителей являются большие отношение сигнал/помеха и равномерность вероятностных характеристик обнаружения по всей контролируемой площади (рис. 3, см. вклейку). Также к его достоинствам относится возможность локализации источника сигналов и определения его вектора скорости только пассивными (в том числе ненаправленными) датчиками.

Применение распределенных обнаружителей в РГС открывает возможности для кратного увеличения поисковой производительности АПЛК и улучшения других тактических характеристик, в том числе:

- сокращение времени вскрытия обстановки и локализации цели;
- уменьшение расхода буев на сопровождение цели и определение ЭДЦ;
- повышение скрытности поиска;
- снижение вероятности потери контакта с целью при выполнении ею маневра уклонения или применения средств гидроакустического противодействия.

Кроме того, снижая зависимость эффективности РГС от свойств отдельного буя, метод позволяет в полной мере использовать уникальные возможности АПЛК:

- большой радиус непрерывной широкополосной радиосвязи с РГБ;
- малое время развертывания сети датчиков на большой площади;
- возможность уточнения местоположения буев собственными радиотехническими средствами.

На его основе в РГС могут быть успешно реализованы перспективные способы обнаружения и сопровождения ПО по форме и динамике создаваемых ими пространственных аномалий гидрофизических параметров (рис. 4, см. вклейку).

Как и при традиционном методе, дальнейшая вторичная обработка результатов обнаружения средствами траекторного анализа позволит снизить частоту ложных тревог и повысить точность определения вектора цели. Так же не исключается возможность повышения достоверности контакта путем классического спектрально-энергетического анализа различий сигнально-помеховой обстановки на разнесенных датчиках.

В работе [4] показано, что обеспечить уверенное обнаружение современных и перспективных ПО можно только за счет комплексирования информации о контролируемой акватории, получаемой различными средствами и способами. В настоящее время такое комплексирование в основном осуществляется способами вторичной и третичной обработки информации. Универсальный вид представления результатов первичной обработки открывает широкие возможности для создания на основе данного метода многопараметрических обнаружителей. Применительно к АПЛК такие обнаружители могут строиться на комплексировании данных различных режимов РГС или других бортовых или внешних средств обнаружения. При этом, благодаря различиям у комплекслируемых источников в свойствах сигналов и помех, создаются благоприятные условия для использования в устройствах принятия решения методов нечеткой логики [5].

Область применения данного метода не ограничивается только АПЛК. На его основе могут быть реализованы унифицированные обнаружители для других разведывательных или ударных противолодочных платформ, что в рамках сетцентрической концепции позволит создать единое полифизическое и мультиспектральное средство контроля подводной обстановки. Частным компонентом такого средства может стать распределенная гидроакустическая система обнаружения ПО по вызванным их движением гидрофизическим возмущениям. В такой системе именно АПЛК обеспечивают достижение максимальных



Рис. 5. Состав гидроакустической системы контроля подводной обстановки на основе выявления гидрофизических возмущений морской среды.

возможностей реализуемых в ней способов освещения обстановки (рис. 5).

Необходимо отметить, что эффективность метода во многом зависит от точности знания координат датчиков и адекватности реальным условиям передаточных функций среды, которые используются для построения пространственного распределения ее параметров. Наиболее чувствительны к этим факторам взаимно-корреляционные способы обработки данных, обеспечивающие наилучшие отношения сигнал/помеха и точности локализации цели. Поэтому, при внедрении метода (особенно в многопараметрическом варианте)

существенно возрастает роль и значение средств подводной навигации (в первую очередь, большого радиуса действия) [6] и оперативной океанологии [7], являющихся обязательными элементами сетцентрической противолодочной системы [4].

Препятствием для внедрения в АПЛК метода пространственного обнаружения является фрагментарный характер имеемого научно-технического задела. В первую очередь, это относится к способам формирования трехмерного представления гидрофизических параметров и алгоритмам их комплексной обработки. Кроме того, имеющаяся в ВМФ полигонная инфраструктура не соответствует предъявляемым методом требованиям к средствам объективного контроля и не может обеспечить отработку технических решений и испытания образцов перспективных РГС в реальных условиях.

Современные АПЛК можно считать локальным узлом морской сетцентрической войны, объединяющим средства наблюдения, поражения и принятия решения. Имеющиеся средства передачи данных обеспечивают его кооперирование с другими сетцентрическими элементами на уровне тактических формуляров оперативной обстановки.

Практическое внедрение концепции СЦБД повышает роль АПЛК в решении противолодочных задач. В то же время, их эффективность в качестве поискового средства ограничивается применяемым в их радиогидроакустических системах методом обработки информации, при котором каждый буй рассматривается как одиночный обнаружитель.

Альтернативным решением является внедрение в отечественные РГС метода «распределенного обнаружения», позволяющего в полной мере реализовать технические преимущества авиационных платформ. При этом, универсальность способа представления первичной информации создает условия для воплощения на его основе сетцентрической системы распределенного обнаружения. Необходимым условием для создания РГС на основе предложенного метода является организация комплексных фундаментальных и прикладных исследований, направленных на создание необходимого научно-практического задела.

Литература

1. *Cebrowski A., Garstka J.* Network-centric warfare: Its origin and future // *Proceedings.* 1998. 124(1). P. 28—35.
2. *Mies R. W.* A Magical Marriage // *Science, Technology and Tactics.* 2006.
3. *Parker T., Shatalin S., Farhadiroushan M.* Distributed Acoustic Sensing — a new tool for seismic applications // *First Break.* 2014. V 32, N 2. P. 61—69.
4. *Коваленко В. В., Корчак В. Ю., Чулков В. Л.* Концепция и ключевые технологии подводного наблюдения в условиях сетцентрических войн // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика.* 2011. Т. 4, № 3. С. 49—64.
5. *Стороженко Д. В., Номоконова Н. Н., Бородин А. Е.* Система нечетких выводов для задач пассивной гидроакустики // *Интеллектуальные системы.* 2010. № 4 (26). С. 75—81.
6. *Акуличев В. А., Моргунов Ю. Н., Бородин А. Е.* Региональная система подводного навигационного обеспечения и дистанционного управления // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика.* 2014. Т. 7, № 2. С. 36—40.
7. *Мортиков Е. В., Семенов Е. В.* Оперативная океанология для Баренцева, Карского морей и Мотовского залива // *Труды XII Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики».* 2014. С. 179—181.

Статья поступила в редакцию 29.06.2015 г.

К статье *Бородин А. Е.* «Методы контроля...»

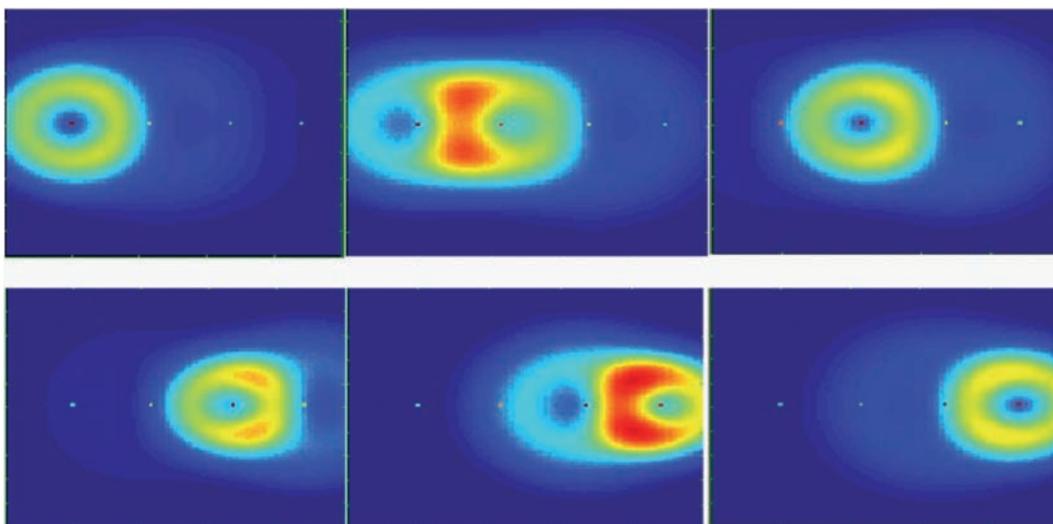


Рис. 4. Последовательные кадры моделирования изменений аномалии гидрофизического параметра, создаваемой источником, движущимся вдоль линейной измерительной сети из четырех скалярных датчиков.

К статье *Корчемкина Е. Н., Ли М. Е.* «Аномальные оптические характеристики...»

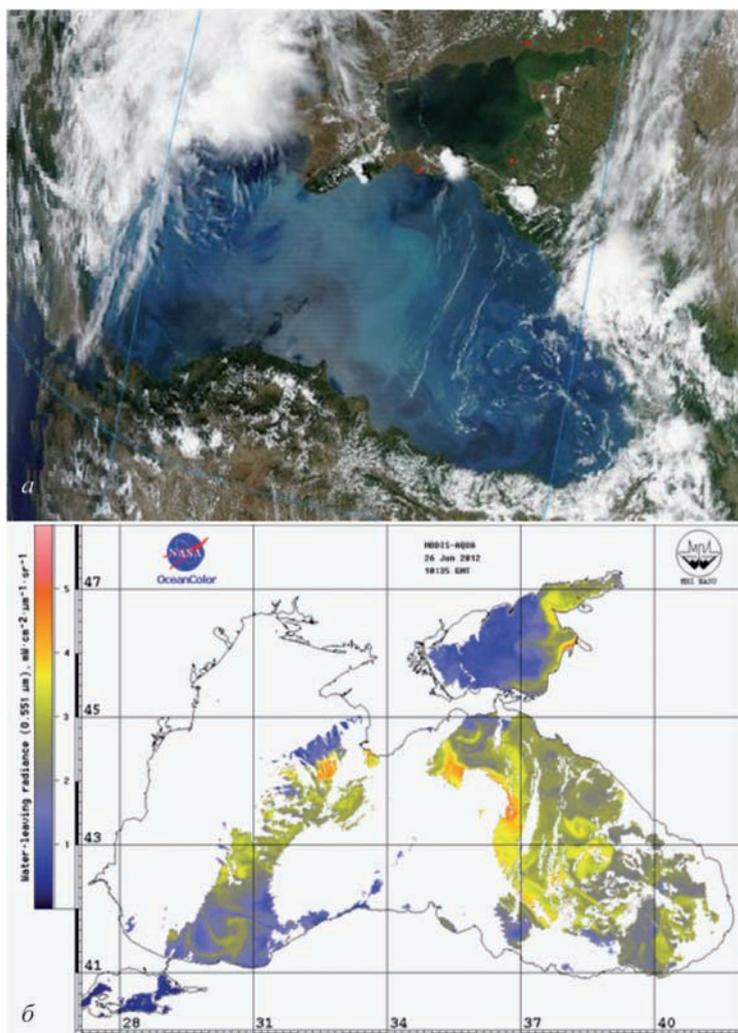


Рис. 1. Спутниковое изображение Черного моря (а) и распределение яркости после применения маски облачности (б) за 26.06.12. Изображения предоставлены сайтом <http://blackseacolor.com>.