


ЭЛЕКТРОНИКА В БОРЬБЕ С ТЕРРОРИЗМОМ: ЗАЩИТА ГАВАНЕЙ. ЧАСТЬ 1

По мнению военно-морских аналитиков ведущих стран мира, защита гаваней и побережья от так называемых асимметричных угроз – один из самых важных вызовов современности [1]. Эта проблема порождает множество задач, напрямую связанных с созданием комплексных радиоэлектронных систем. Современный уровень мировых достижений в данной области наглядно продемонстрировала прошедшая в прошлом году на базе ВМФ ФРГ Эккернфьорде выставка TechDemo 08 в рамках рабочей программы борьбы с терроризмом Конференции национальных директоров вооружений НАТО. Автор, участвовавший в данном мероприятии, систематизировал достигнутые результаты, анализ которых содержится в данной статье.

ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ГАВАНЕЙ В МИРНОЕ ВРЕМЯ

При традиционных боевых действиях в акваториях портов задача выбора целей для поражения сравнительно проста, поскольку возможно ориентироваться на отсутствие утвердительного ответа по запросу "свой-чужой". Но сегодня при защите гаваней возникает абсолютно иная задача, самая сложная часть которой – обнаружение и классификация с необходимой достоверностью злоумышленников среди толпы людей и множества второстепенных факторов. Учитывая данное обстоятельство, группа военно-морских вооружений НАТО (NNAG) в 2004 году инициировала комплекс мероприятий, направленных на гармонизацию и отработку общих подходов к разведке, наблюдению и контртеррористической защите объектов акватории, а также к испытаниям и демонстрации соответствующих разработок стран НАТО в реальных условиях военно-морских баз.

Исследования по указанным направлениям проводились в рамках демонстрационной программы испытаний НАТО Harbour Protection Trials (НРТ). В частности, изучались такие аспекты сотрудничества разных военных структур НАТО в области защиты от террористов, как развертывание единой информационной сети сенсоров, командования и управления в сочетании с исполнительными элементами на тактическом уровне. Основной акцент был сделан на задаче непрерывного наблюдения за судами в порту, на удалении от бере-



га и в прибрежной зоне, а также за местностью и объектами инфраструктуры. Главная цель предпринимаемых усилий – подтвердить, что асимметричным угрозам возможно противопоставить опережающие во времени адекватные контрмеры, которые улучшат защиту военно-морских сил, их средств обеспечения и портовой инфраструктуры.

Среди ключевых мероприятий по реализации программы НРТ нужно отметить серию испытаний новых средств и технологий, которые состоялись 3–6 апреля 2006 года на итальянской военно-морской базе Ла Специя и в сентябре 2007 года – на итальянской морской базе Таранто [1]. Всесторонние испытания системных компонентов по трем основным темам: "Защита гаваней и портов", "Технологии для сбора информации, наблюдения, разведки и обнаружения террористических целей" и "Защита критической инфраструктуры", – проходили с 25 августа по 5 сентября 2008 года в ходе учений Бундесвера Common Shield ("Общий щит") и выставки TechDemo 08 на военно-морской базе Эккернфьорде (ФРГ) в рамках рабочей программы борьбы с терроризмом (DAT) Конференции национальных директоров вооружений НАТО (CNAD). Анализ достигнутых результатов свидетельствует о намерениях стран НАТО создать интегрированную систему защиты акваторий морских баз от нападений террористов. Это должна быть централизованная "система систем", использующая автоматические средства летального и несмертельного поражения, приводимые в действие по информации от объединенных в сеть подводных, надводных, наземных и расположенных в воздухе датчиков с широким применением автономных и беспилотных аппаратов в качестве их носителей.

Одна из самых значительных проблем при защите гавани (в отличие от военно-морских действий) заключается в том, что доступные людские ресурсы довольно ограничены, а квалификация операторов – недостаточная. Нередко к работам вместо личного состава флота привлекаются полиция и береговая охрана. Поэтому датчики и оборудование должны быть способны к интенсивному и продолжительному автономному действию без вмешательства людей или при очень ограниченном привлечении обслуживающего персонала. Они также должны быть

В.Слюсар, д.т.н.
swadim@inbox.ru



интеллектуальными и сравнительно простыми, чтобы уменьшить потребность в высококвалифицированных операторах.

ДАТЧИКИ И СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Важной составляющей формирования в реальном времени полной картины обстановки в гавани являются подводные датчики. Их многообразие на мировом рынке представлено стационарными и мобильными гидроакустическими (активными и пассивными) средствами (сонарами), а также неакустическими сенсорами, главным образом электрическими потенциальными (UEP, underwater electric potential) и магнитными датчиками, каждый из которых имеет определенные особенности.

Заслуживает внимания значительное число активных высокочастотных сонаров. Однако возможности их жестко ограничены физической природой используемых сигналов. Например, довольно высокие частоты ультразвуковых колебаний (до 450 кГц) обеспечивают хорошую вероятность обнаружения малоразмерных целей (водолаза с закрытой системой дыхания), высокую разрешающую способность и эффективную классификацию подводных объектов. Но максимальная дальность действия в этом случае ограничена высоким поглощением акустической энергии, компенсировать которое не в состоянии сравнительно узкая ширина луча. Однако если водолазы оснащены открытыми системами дыхания, такие сонары фиксируют пузырьки воздуха на расстояниях 300–800 м, в зависимости от чистоты воды. Столь заблаговременное обнаружение позволяет получить до 10 минут времени на организацию противодействия.

Особенность коммерчески доступных активных сонаров – использование акустических цифровых антенных решеток [2], формирующих для обзора пространства 512 и более лучей. Такие решетки в зависимости от тактической и экологической ситуации позволяют одновременно контролировать подводное пространство в секторе до 360°. Им присущи адаптация чувствительности, автоматическое обнаружение и сопровождение целей, позволяющие сократить число операторов и обеспечить чрезвычайно низкий уровень ложных тревог.

Отдельной проблемой является обнаружение водолазов. Для ее решения продемонстрированы гидроакустические сенсоры группы компаний Reson (www.reson.com). Двухчастотный сонар SeaBat 7128 обеспечивает сектор обнаружения 128×27° с частотой обновления информации 50 Гц. Дальность действия – до 200 м на частоте 400 кГц и 500 м – на частоте 200 кГц. При этом разрешающая способность по дальности составляет 25 мм. Ширина каждого из 256 приемных лучей (на частоте 400 кГц) – 0,5°. Для обнаружения водолазов в секторе до 360° предназначен также активный сонар SeaBat 7112, который при несущей частоте 100 кГц имеет разрешающую способность 3,75 см по каждому из 208 лучей при дальности действия до 1 км. Частота обновления информации в нем снижена до 15 Гц.

Итальянская компания GEM Electronica (www.gemrad.com) совместно с канадским подразделением Lockheed Martin предлагают активный сонар с частотой акустического излучения 80 кГц. В нем формируется 512 лучей в азимутальной плоскости (360°) с шириной луча 1,125°. Разрешение по дальности – 3,75 см. Эти сонары могут использоваться и на борту судов для их защиты во время якорной стоянки или дрейфа.

Возможности высокочастотных сонаров ограничены и такими факторами, как случайные отражения сигналов из-за разницы температур, солености или плотности воды в районах речного устья или промышленных стоков. Вероятность ложной тревоги также повышают разные биологические и экологические факторы, например присутствие больших рыб или рыбных стай. Поэтому в сонарах обязательно используются режимы устранения ложных тревог с помощью автоматического накопления опыта использования, анализа траекторий целей и эволюции их курса, что позволяет избежать чрезмерной рабочей нагрузки оператора. По мнению разработчиков, теоретически злоумышленники могут воспользоваться маскировкой под текущие экологические условия акватории, хотя в действительности это требует очень детальной информации о местной гидрографии, которую не так уж легко получить.

Для полного охвата всех возможных угроз и целей в акватории военно-морской базы необходимо размещать множество стационарных гидроакустических сооружений. Но при этом может возникнуть проблема звукового отражения, взаимного влияния и т.п. Поэтому необходимо осторожно относиться к оценке рекламных тактико-технических характеристик отдельно взятых гидроакустических станций при совместном использовании многих источников излучения. Это касается не только стационарных систем обнаружения, применению которых обычно предшествует изучение местных условий и состояний гидрографии, но и мобильных систем боевых кораблей, сталкивающихся с изменяющимися тактическими и экологическими сценариями.

Активные сонары среднего диапазона частот, размещенные на борту корветов и фрегатов, могут на более значительных расстояниях обеспечить разрешающую способность, достаточную для обнаружения надводных целей, субмарин и средств высадки пловцов. С помощью таких гидроакустических средств военный корабль способен защититься при базировании в гавани, однако средняя частота сигналов не оптимальна для обнаружения водолазов. Акустическое давление, созданное передатчиком мощного акустического излучения с борта корабля, может стать помехой другим системам подводного наблюдения, хотя в то же время представляет собой сдерживающее средство или даже оружие против любого водолаза, который попытается работать вблизи судна. Поэтому использование таких сонаров в акватории базы возможно лишь в ограниченные периоды времени, например во время каких-то специальных

событий или при наличии достоверных сведений об ожидаемом террористическом нападении.

Некоторые проекты предусматривают также использование системы радиогидроакустических буев-датчиков, способных закрыть доступ к гаваням. Они могут располагаться на грунте или подвешиваться к бакену. При стационарном или полустационарном развертывании таких акустических сенсоров для их электропитания используются береговые источники электроэнергии.

Предлагаются также варианты применения вертолетных буев, которые опускаются под воду, чтобы закрыть внешние подходы к гавани. В отличие от внутренней акватории порта, большая глубина за ее пределами и менее интенсивный акустический фон позволяют обнаруживать дизельные субмарины на дальности от 3 до 10 км. Для сравнения, магнитометрическими датчиками возможно обнаружение типовой субмарины на расстоянии не более 500 м, а водолаза с аквалангом – лишь несколько метров. Подобный магнитный барьер польского Научно-исследовательского центра морских технологий (Гдыня) на протяжении двух недель проходил испытание в рамках TechDemo 08. Этот барьер образован линейной решеткой из 40 магнитных датчиков, расположенных на дне водоема по периметру круга радиусом 200 м. Пространство, контролируемое магнитным барьером, дополнительно осматривалось с помощью пары активных гидроакустических станций типа SHL-101/T и подводных видеокамер, которые повышали вероятность правильной идентификации целей. Трехчастотные сонары SHL-101/T – это польская разработка, в высокочастотном диапазоне они обеспечивают дальность действия 300 м в секторе 12° по азимуту и 7,5° – по углу места. Их разрешающая способность по угловой координате составляет 0,17°, а по дальности – 3,5 см.

Отметим, что существенный вклад в обнаружение подводных скутеров и высокоскоростных поверхностных средств

проникновения на территорию гавани могут внести пассивные гидроакустические датчики. Наиболее продвинутые концепции сети подводных сенсоров, которых придерживается, например, упомянутая группа компаний Reson, предусматривают использование двух- и трехчастотных сонаров, эшелонированных в сетцентрические системы, позволяющие сочетать преимущества разных технологий. Но при этом антитеррористическая защита существенно дорожает, и возрастает сложность интегрированной системы управления.

Обнаружение потенциальных террористов – лишь первый шаг в решении сложной задачи защиты акватории гавани. Намного более важный этап – классификация целей. При этом решается сложная задача объединения и корреляции данных разнотипных источников информации, включая анализ поведения подвижных объектов и эволюции их траекторий. Так, при обнаружении надводных целей широко применяется интеграция информации от радаров, оптических и инфракрасных датчиков.

Нужно отметить, что не все радары пригодны для работы в портовой зоне. Многие РЛС наблюдения за полем боя, использующие доплеровский метод, не способны объединять исходные данные с географической информацией. Кроме того, такие радары теряют историю изменения траектории цели, если она останавливается, а потом снова возобновляет движение.

Радары, конструктивно объединенные с электронно-оптическими устройствами, в зависимости от требований дополнительно оборудуют телевизионными камерами и лазерными дальномерами. Такие комплексы могут устанавливаться автономно или подключаться вместе с другими аналогичными датчиками в сенсорную сеть. В частности, итальянская компания GEM Elettronica (www.gemrad.com) предлагает радар, который одновременно использует две частоты излучения: 33,4–34,2 ГГц (Кадиапазон) для обнаружения малоразмерных целей с высокой разрешающей способностью и 9,365–9,455 ГГц (Х-диапазон) – для достижения большой дальности действия и повышения устойчивости к дождю и морским волнам. Совместно с радаром может использоваться гиростабилизированная электронно-оптическая система наблюдения EOSS-300, в состав которой входят инфракрасная (3–5 мкм) и телевизионная камеры.

Широкий ассортимент радаров разработан компанией THALES (www.thalesgroup.com). В частности, заслуживает внимания компактная и легкая (17 кг) РЛС SEAKER (рис.1), предназначенная для прибрежного наблюдения и защиты гавани. Инструментальная дальность действия составляет 48 км, типичная дальность обнаружения до 200 малоразмерных надводных целей достигает 25 км. В РЛС используется непрерывный частотно-модулированный сигнал, который позволяет снизить излучаемую мощность до 1 Вт. Разрешающая способность по скорости – не хуже 0,5 м/с.

Другое семейство радаров от THALES – BOR-A500 (A550/A560) (рис.2), – оснащено более мощными передатчиками (40 или 80 Вт) и работает в импульсно-доплеровском режиме.



Рис.2. РЛС SEAKER компании THALES



В этих РЛС нет селекции целей по углу места. Скорость сканирования по азимуту – $8^\circ/\text{с}$, разрешающая способность по дальности – не хуже 5 м. Типичная дальность обнаружения малотоннажных судов ограничивается 19–22 км, а отдельных пешеходов – 16–19 км. Информация на дисплее BOR-A500 может объединяться с видеоданными от оптоэлектронного устройства Gatekeeper (THALES). Система Gatekeeper включает три ИК-камеры (8–12 мкм) с полем зрения $48 \times 36^\circ$ каждая, однако формат их кадров невелик (лишь 640×480 пикселей). Типичная дальность обнаружения целей с температурным контрастом 10 К достигает 7 км. Более детальное изображение позволяют получить три цветные телевизионные камеры, входящие в состав Gatekeeper. Формат их кадра опционально можно увеличить до 4000×2600 пикселей в том же секторе обзора. Частота обновления кадров – до 5 Гц.

Учитывая насущную необходимость в создании и обслуживании сетей таких сенсоров, немецкий филиал компании THALES – THALES Defence Deutschland – предлагает модульную систему отображения информации MODAS от этих и других радарных и оптоэлектронных устройств.

Фирма Indra рекламирует свою оптоэлектронную платформу ALPHARD, содержащую пять разновидностей сенсоров, в том числе лазерный дальномер. Кроме того, этой же фирмой выпускается РЛС ARIES-CS, которая отличается непрерывным излучением сверхмалой мощности в X-диапазоне для обнаружения малоразмерных надводных целей.

Наряду с производителями интегрированных радиолокационных и оптоэлектронных систем, ряд специализированных компаний выпускают лишь одну из разновидностей сенсоров. Так, немецкая фирма Jena-Optronik (www.jena-optronik.de) производит оптоэлектронные платформы ночного видения NYXUS и бортовой авиационный сканер JAS 150s, обеспечивающий разрешающую способность 2 см при высоте полета 1 км. Компания Diehl BGT Defence (www.diehl-bgt-defence.de) освоила производство мультисенсорной инфракрасной панорамной гиростабилизированной системы SIMONE, способной сопровождать с частотой 20 Гц до 1000 целей в секторе 360° по азимуту и до 50° по углу места.

На производстве радарных систем SCANTER специализируется датская фирма TERMA (www.terma.com). Альтернативную интегрированную радиолокационную систему контроля водной поверхности и побережья предлагает немецкая компания Raytheon Anschütz. Систему образует сеть стационарных двухкоординатных импульсных РЛС X- и S-диапазонов с мощностью передатчика 25 кВт. Продолжительность импульсного сигнала – 60 нс и 1 мкс. Ширина луча по азимуту в зависимости от размеров антенны может составлять $0,4^\circ$, по углу места – 23° . Динамический диапазон обрабатываемых сигналов – 130 дБ, для их оцифровки используется 12-разрядный АЦП с частотой дискретизации до 60 МГц. Система способна сопровождать свыше 500 целей.

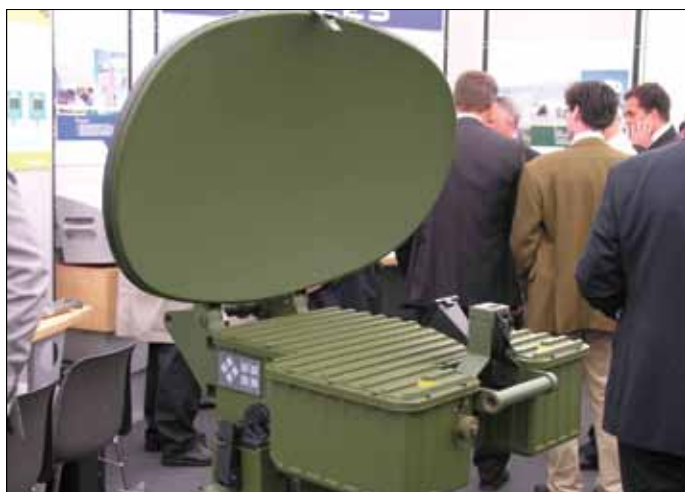


Рис.3. Радар BOR-A500 компании THALES

Для контроля дальних подступов к побережью предлагается применять стационарные загоризонтные радары OTHR и радары поверхностной волны HFSWR, разработанные канадским филиалом компании Raytheon. Их типичная дальность обнаружения судов длиной 12–50 м в зависимости от состояния моря достигает 50–180 км днем. Ночью дальность обнаружения при спокойном море достигает 240 км за счет ионосферного распространения радиоволн.

Интегрированная система контроля надводной обстановки Raytheon использует данные и от других источников, например с подводных сонаров, оптоэлектронных камер наблюдения, мобильных радаров, автоматической системы идентификации (AIS), теперь обязательно присутствующей на большинстве торговых судов, а также систем управления движением судна. Используя эти дополнительные данные, к поверхностной радиолокационной картине можно добавить важную информацию, позволяющую концентрировать внимание на подозрительных судах, проверять идентификацию целей и историю эволюции их курса. Открытая архитектура и сетевый принцип построения позволяют в перспективе наращивать информационные возможности интегрированной системы благодаря модульности ее составляющих. Подобным же образом, по мнению зарубежных специалистов, нужно реализовывать и экспедиционную "систему систем" на военно-морских базах, создаваемых в ходе военных операций.

Для обеспечения контрольно-пропускного режима на территорию военно-морской базы предлагается разворачивать радиометрические системы пассивного сканирования в диапазонах 80–300 ГГц. В частности, Институт высокочастотной техники и радарных систем Немецкого аэрокосмического центра (DLR, www.dlr.de/HR) предлагает лабораторную систему радиометрической инспекции людей LPAS, работающую в диапазоне 86–94 ГГц. Разрешающая способность LPAS в плоскости – 3 см, по температуре – 1 К. Время сканирования тела человека на расстоянии до 3 м не превышает 30 с.



**Рис.4. РЛС контрбатареи борьбы COBRA
компания EADS Defence & Security**



Рис.5. Станция пассивной радиотехнической разведки KWS-RMB

В числе мобильных средств, которые обязательно должны привлекаться к контролю надводного пространства акватории гавани, специалисты Бундесвера предлагают РЛС контрбатареи борьбы COBRA компании EADS Defence & Security (рис.3), способную определять позиции минометов и самодельных ракетных установок террористических групп, обстреливающих гавани. Кроме того, определенные надежды возлагаются на возможность радиоперехвата и пассивной радиотехнической разведки угрожающих целей с помощью станции KWS-RMB (рис.4). Она обеспечивает обнаружение сигналов в диапазоне частот от 0,1 до 40 ГГц. Для более точного измерения координат целей предусмотрена централизованная обработка данных от четырех-пяти таких станций, объединенных в сеть.

МОБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Для мобильной оптоэлектронной разведки предназначены дозорные машины, круглосуточно патрулирующие побережье, например машина Бундесвера Fenpek (рис.5). Они оборудованы, кроме оптоэлектронной системы, пушкой и другими огне-

выми средствами. Кроме того, с воздуха гавань могут патрулировать разведывательные пилотируемые самолеты, в частности Condor немецкой компании OHB-System (рис.6). Его максимальная дальность полета – 1500 км, продолжительность полета – 10 часов, максимальная высота – 6 км. Пропускная способность радиолинии передачи видеоданных ARDS (фирма OHB System) на расстоянии 200 км составляет 137–274 Мбит/с. Время прохождения информации с бортовых телевизионных камер к наземному дисплею занимает до 2 с. При этом возможна продолжительная стабилизация поля зрения телекамеры на выбранном для наблюдения объекте. Фирма изучает возможность создания беспилотной версии самолета.

В целом, во всех предлагаемых концепциях защиты гаваней мобильной компоненте уделено значительное внимание, при этом основной акцент делается на беспилотных автономных аппаратах или так называемых беспилотных бродячих стражах. Все их многообразие, в зависимости от среды применения, делится на подводные автономные аппараты (AUV – Autonomous Underwater Vehicle или UUV – Unmanned Undersea Vehicles), надводные беспилотные аппараты (USV – Unmanned Surface Vehicle), наземные роботизированные комплексы и беспилотные летательные аппараты (БПЛА, UAV). В перспективе возможно появление систем-амфибий.

Кроме задач, присущих традиционным средствам обнаружения целей в соответствующих физических средах, на автономные подводные аппараты возлагается, например, точная оперативная картография дна гавани и ее маршрутов доступа с помощью бортовых сонаров. Это необходимо для быстрого



Рис.6. Машина Бундесвера Fenpek: а – общий вид, б – оптический визир, в – внутренний интерьер



Рис.7. Самолет системы Condor компании OHB-System

обнаружения любого изменения в подводном пространстве, вызванного деятельностью террористов. Иначе необходимо длительное и кропотливое исследование для распознавания и классификации любых потенциальных вторжений, что оставит деятельность в гавани на многие дни.

Крупногабаритные UUV хорошо подходят для широких заливов, открытых мест с протяженными морскими пространствами или для внешних рейдов гаваней. Но для них требуются платформы поддержки. В то же время, легкие системы эффективны на мелководье, их можно использовать непосредственно с пирса или с патрульного катера.

Значительную группу подводных аппаратов образуют торпедоподобные (цилиндрической формы) UUV. Они применяются для обезвреживания мин, подводной разведки и наблюдения. Такие UUV могут функционировать как полностью автономно, так и в режиме дистанционного управления. В частности, именно такой аппарат DAVID (рис.7) предлагает немецкая компания Diehl BGT Defence. Он предназначен для применения с борта судна или подводной лодки, имеет длину 2,8 м, диаметр 0,3 м, массу 200 кг. Модульная конструкция позволяет оснащать его разнотипными сонарами для прецизионной подводной навигации. Аппарат способен маневрировать и стабилизировать свое положение в турбулентной среде, автоматически причаливать к борту судна или субмарины.

Фирма BAЕ System продемонстрировала на TechDemo 08 аналогичный по форме одноразовый подводный аппарат для



Рис.8. Беспилотный подводный аппарат DAVID компания Diehl BGT Defence

дистанционного обезвреживания мин Archerfish. Он может запускаться с беспилотных подводных носителей. Для подводной навигации используется акустическая позиционная система (APS). Положение относительно мины уточняется с помощью бортовой видеокамеры и сонара, данные от которых передаются на платформу-носитель по волоконнооптическому кабелю и далее – оператору.

Малоразмерные подводные аппараты REMUS-100, -600, -1500, -3000 и -6000 (цифра в названии соответствует максимально допустимой глубине погружения в метрах) разработки американского Океанографического института в Вудс-Хоул (серийное производство компании Hydroid) уже неоднократно демонстрировали свою эффективность при контроле подводной поверхности корпусов судов на предмет наличия взрывных устройств. REMUS-100 (рис.8) оснащен температурным сенсором, датчиком глубины и измерения скорости подводных течений, а также двухчастотным сонаром (900/1800 кГц), способным формировать трехмерное изображение, позволяющее обнаруживать нештатные выступы на поверхности корпуса высотой от 6 см.



Рис.9. Беспилотный подводный аппарат REMUS-100

Немецкие ВМС оценивают возможность использования торпедоподобного автономного аппарата SeaWolf А фирмы ATLAS Elektronik для защиты гаваней. Он имеет длину 2 м, способен погружаться на глубину до 300 м и перемещаться в приповерхностном слое для GPS-навигации и передачи данных по радиоканалу (рис.9).

Многие специализированные подводные роботы имеют нецилиндрическую форму. Среди них заслуживают внимания малоразмерный многофункциональный подводный робот третьего поколения TALISMAN фирмы BAЕ System (рис.10), UUV Seebär Фраунгоферского института обработки информации и данных (длина – 1,3 м, максимальная операционная глубина 300 м), а также довольно габаритный SeaOtter MkII фирмы ATLAS Elektronik (длина 3,55 м, масса – 1000 кг, полезная нагрузка – до 160 кг, глубина погружения – до 600 м).

Наблюдается тенденция по преобразованию одноразовых дистанционно управляемых подводных аппаратов (ROV) для обезвреживания мин в многоразовые UUV. Пример та-



Рис. 10. Беспилотный подводный аппарат SeaWolf A фирмы ATLAS Elektronik

кой эволюции – аппарат SeaFox-IQ компании ATLAS Elektronik, автономный вариант известного противоминного средства, оснащенный сонаром бокового обзора и видеокамерой. При необходимости он может использоваться и как ROV с волоконно-оптическим кабелем передачи данных и команд управления в режиме реального времени при идентификации целей.

В целом, одноразовые аппараты, которые развились в разные инспекционные варианты многоразового использования, отличаются от своего торпедного прототипа отсутствием боевой части и наличием многоразового двигателя. Для обеспечения широкополосной связи с UUV ряд фирм предлагают применять плавучие радиобакины, которые держат связь с аппаратом с помощью подводного акустического канала передачи данных. Наличие в бакене приемника GPS обеспечивает точное определение местоположения и поэтому потенциально позволяет использовать UUV с сонаром для картографии грунта или осмотра и обслуживания трубопроводов, нефтегазовых терминалов и т.п. Опыт, накопленный на протяжении многих испытаний, четко показал, что контроль поверхности больших, но простых по форме объектов, подобных большинству торговых судов, сравнительно прост. Типичная скорость инспекции поверхности корпуса судна такого типа для поиска взрывных устройств может составлять 200 м²/мин. В то же время, более сложные по профилю объекты, подобные катамаранам, нефтяным терминалам или военным кораблям, создают трудность в мониторинге.



Рис. 11. Подводный робот TALISMAN фирмы BAE System

В дополнение или как альтернативу акустическим каналам подводной передачи данных с UUV фирма из Великобритании WFS (www.wirelessfibre.co.uk) предлагает низкочастотные средства подводной радиосвязи – подводные радиомодемы S5510 и S1510. На расстоянии до 10 м при работе на рамочную магнитную антенну в диапазоне частот 100 – 200 кГц S5510 обеспечивает скорость передачи до 100 кбит/с при потребляемой мощности передатчика 16 Вт. Таким образом, возможно формировать радиоканал, в котором передатчик находится под водой, а приемник – на берегу. Для увеличения дальности действия подводные радиомодемы S1510 и S5510 могут использовать эффект распространения сигналов в грунте. Подобным способом модем S1510 (несущая – единицы килоггерц) может обеспечивать скорость передачи данных 100 бит/с на расстоянии до 1 км. Низкая частота несущей сигналов позволяет реализовать с помощью S1510 связь сквозь ледовое покрытие водоема.



Рис. 12. Беспилотный надводный аппарат SEEWIESEL компании Veers Elektronik & Meerestechnik

Беспилотные надводные транспортные средства (USV) также используются для наблюдения, исследования больших территорий и огневого поражения. На доступном рынке появляется все больше средств этого типа, поскольку защита гавани – почти идеальная сфера применения USV. Так, французская фирма ECO предлагает автономное надводное средство INSPECTOR. Длина этого USV, в зависимости от модификации, – 7–11 м. Максимальная скорость движения – до 35 узлов. Аппарат интегрирован в систему наблюдения и обнаружения угрожающих объектов и оснащен многолучевыми сонарами, магнитометром, средствами уничтожения мин.

Немецкая компания Veers Elektronik & Meerestechnik (www.veers-kiel.de) создала два варианта USV – SEEWIESEL I и SEEWIESEL II (рис. 11). Это также довольно габаритные аппараты, которые в наиболее сложной конфигурации (с двумя двигателями Wankel LCR407) имеют длину 4,8 м и ширину 1 м. При полезной нагрузке 200–250 кг и общей массе 300 кг аппарат SEEWIESEL I развивает максимальную скорость до 29 узлов и имеет дальность хода до 200 морских миль. Аппарат SEEWIESEL II допускает установку двух электродвигателей с напряжением питания 24 В и мощностью 0,8 кВт каждый, кото-



рые позволяют развить скорость до 5 узлов при общей массе судна 620 кг. Кроме патрулирования акватории, гидрографических работ и контроля подводной обстановки, аппараты могут оснащаться оборудованием для постановки дымовых завес, различным сенсорным оборудованием (радаром, электронно-оптическими устройствами, микрофонными решетками приема акустических сигналов). В качестве дополнительной полезной нагрузки применяются громкоговоритель, прожекторы, 7,62-мм автоматическое оружие. Каналы управления движением и данные датчиков передаются по двум разным линиям связи.

Несколько разновидностей USV (7- и 11- метровые конфигурации) разработаны итальянской компанией Calzoni (рис. 12). На их примере проявилась тенденция перехода от приспособления пилотируемых катеров под беспилотные аппараты к целевому проектированию USV с оптимизацией модульной конструкции.

Для навигации беспилотных аппаратов в акватории гавани фирмой ATLAS ELEKTRONIK предлагается IMO-совместимая тактическая навигационная система NEPTUN, соответствующая требованиям стандарта НАТО STANAG4564 "WECDIS".

Для контроля акваторий гаваней широко применяются и беспилотные летательные аппараты, однако об этом – следующая часть нашего обзора.



Рис.13. Беспилотный надводный аппарат компании Calzoni

ЛИТЕРАТУРА

1. **Annati, Massimo.** Harbour Protection and Defence of the Coast: Detection of Swimmers, Torpedoes, Mines and other Underwater and Surface Targets. – Naval Forces, Vol. 29, No. 3, 2008, p. 24–9.
2. **Слюсар В.И.** Новое в ультразвуковой технике: от эхотомоскопов к ультразвуковой микроскопии. – Биомедицинская радиоэлектроника, 1999, №8, с. 49–53 (www.slyusar.kiev.ua/BIOMED_1999.pdf).