

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПОДВОДНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ОБЗОРНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ШЕЛЬФЕ

Л.А. Наумов, Ю.В. Матвиенко

Институт проблем морских технологий ДВО РАН
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 5а, тел./факс: (4232) 432416,
e-mail: ymat@marine.febras.ru

В докладе обсуждаются технологии выполнения поисково-обследовательских работ на шельфе с использованием робототехнических комплексов, включающих созданные на единой технологической платформе средства навигации, автономный и телеуправляемый подводные аппараты.

Опыт проведения поисковых работ с использованием автономных аппаратов в глубоком море, как отечественный, так и зарубежный, показывает, что наиболее эффективными оказываются технологии совместного использования автономных аппаратов с различными буксируемыми и телеуправляемыми подводными аппаратами. Причем выбор методик работ в зависимости от глубины места напрямую определяется исходной точностью задания района поиска. В зависимости от размера поисковой площади могут быть использованы различные варианты поискового оборудования. Например, предварительный поиск на большой площади выполняется с использованием гидролокаторов бокового обзора с большой дальностью действия при их установке в составе буксируемых аппаратов. При уменьшении размеров обследуемого района более целесообразным становится выполнение гидролокационного поиска с использованием автономного аппарата. Дописк и детальное обследование обнаруженных объектов выполняются бортовыми фото и видеосредствами, размещенными на борту автономного или телеуправляемого аппаратов.

Однако в каждом случае условием успешного выполнения работ является точная навигационная привязка, что достигается способностью аппаратов различных типов работать в одном подводном навигационном пространстве. Как правило, для глубоководных поисковых работ привлекаются все доступные виды поискового и навигационного оборудования, однако реальные операции по поиску по-прежнему остаются достаточно продолжительными и затратными. Так, например, в поисковой операции по обнаружению места падения аэробуса компании Air France в Атлантическом океане на глубине 4000 м были задействованы два глубоководных автономных аппарата REMUS-6000, телеуправляемый аппарат рабочего класса REMORA 6000, десять маяков для поддержки гидроакустической навигации. А сама операции выполнялась в течение трех сезонов 2009-2011гг.

При выполнении поисковых работ в мелком море, где могут быть расширены возможности использования телеуправляемых аппаратов, очевидной стала необходимость создания поисковых комплексов, в которых автономный аппарат со всеми средствами его обеспечения дополнен управляемым по кабелю подводным аппаратом и унифицированными средствами навигационной поддержки. Причем составные части комплекса выполняются на основе унифицированных модулей, обеспечивающих основные функции различных аппаратов. В составе комплексов высокая производительность гидролокационных средств АНПА при поиске на большой площади дополняется высокой оперативностью осмотровых

операций, выполняемых телеуправляемым аппаратом. Формирование первичных данных объектов с характеристиками предполагаемых целей и их точная координатная привязка, получаемые в результате работы автономного аппарата, являются исходными данными для дообследования и классификации целей. При этом для существующих моделей автономных аппаратов поисковая производительность гидролокационного обзора может составлять до нескольких квадратных километров за час работы. Если дообследование выделенных целей выполняется АНПА, то миссия должна задаваться, как показывает опыт практических работ, с некоторым расширением площади в окрестности установленных координат для исключения возможных пропусков дообследуемых целей.

Типовая миссия АНПА для фотообследования цели, ранее обнаруженной с использованием гидроакустических средств, предусматривает движение параллельными плотными галсами и по времени эта операция, даже при надежно установленных географических координатах, как правило, не менее продолжительна, чем первичная гидролокационная съемка. Очевидно, более эффективным является применение ТНПА, причем в случае оперативного поступления исходных данных на борт обеспечивающего судна запуск ТНПА может быть сделан до завершения миссии автономного аппарата и его подъема на борт носителя. Двухэтапное решение поисково-обследовательской задачи с разделением функций поиска и доследования между АНПА и ТНПА позволяет резко сократить время и снизить затраты на выполнение обзорно-поисковых работ.

Кроме того, для сокращения времени поисково-обследовательской операции на борту автономного аппарата должны быть реализованы средства первичной обработки гидролокационной информации, выделение и предварительная классификация целей, определение их географических координат, и возможность оперативной передачи текущих данных на борт судна носителя. После анализа этой информации и принятия решения о необходимости дообследования выделенных объектов может быть выполнен запуск телеуправляемого аппарата. А в посту управления должна быть предусмотрена возможность одновременной работы автономного и телеуправляемого аппаратов с использованием идентичного комплекта обеспечивающего навигационного оборудования.

Очевидно, в составе такого комплекса подводные аппараты должны быть оснащены идентичными навигационными средствами и системами управления, и, кроме того, автономный аппарат должен иметь ряд новых возможностей, среди которых следует выделить:

- обработку в реальном времени на борту АНПА данных от системы технического зрения (включая ГБО, фотосистему, акустический профилограф, магнитные и электромагнитные средства, данные других датчиков и систем),
- использование результатов оперативной обработки данных систем технического зрения в системе бортового управления для оптимизации поисковой миссии АНПА,
- передачу оперативной информации о выделенных целях, включая их географические координаты, на борт обеспечивающего судна,
- автоматический выход АНПА и ТНПА в точку подводного пространства, заданную географическими координатами или обозначенную установленным ранее гидроакустическим маркером,
- одновременную работу АНПА и ТНПА.

При реализации этих возможностей робототехническим комплексом могут быть решены следующие задачи:

- сплошное гидролокационное обследование донной поверхности в заданном районе,
- акустическое профилирование верхнего слоя донного грунта, выборочное по маршруту следования или сплошное в заданном локальном районе поиска,
- сплошное фотообследование донной поверхности локального района,
- поиск и отслеживание состояния и размещения объектов подводной инфраструктуры,
- сбор данных для формирования картин полей физико-химических параметров обследуемых районов по номенклатуре датчиков, установленных на борту аппарата,
- детальное фото и видеообследование выделенных целей,
- выполнение ряда установленных работ на выделенных объектах.

Некоторые фрагменты поисковых операций поясняются рисунками 1-3.

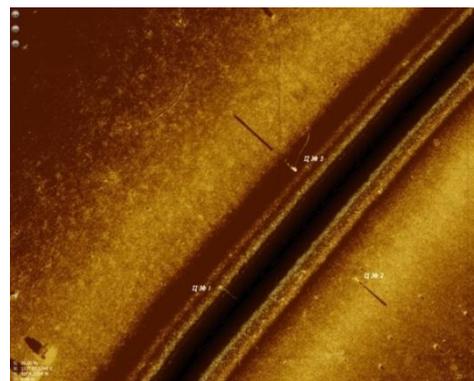
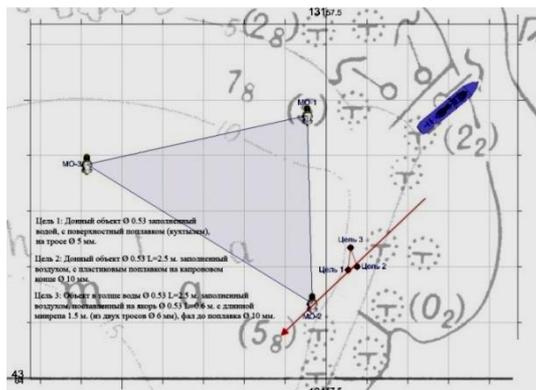


Рис.1. Отработка гидролокационного поиска на специализированном испытательном полигоне: траектория движения АНПА, данные ГБО

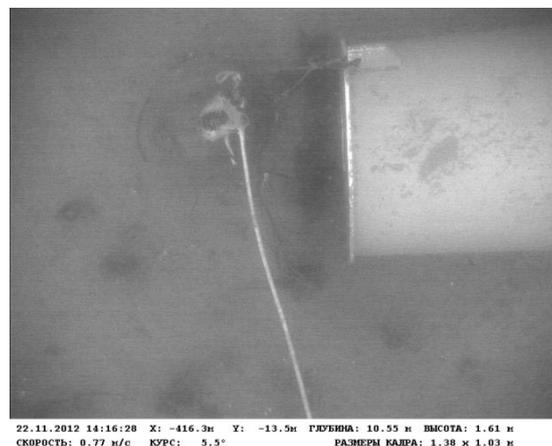
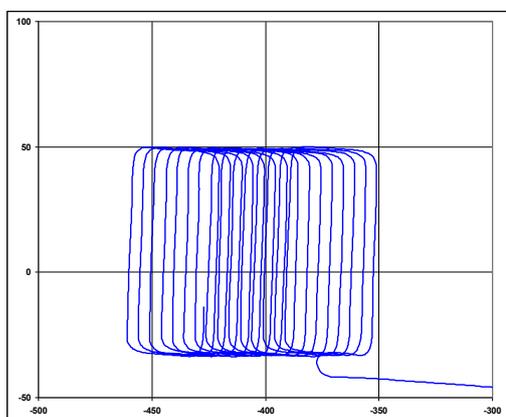


Рис.2. Фотообследование обнаруженной цели автономным аппаратом: траектория движения, фотография объекта

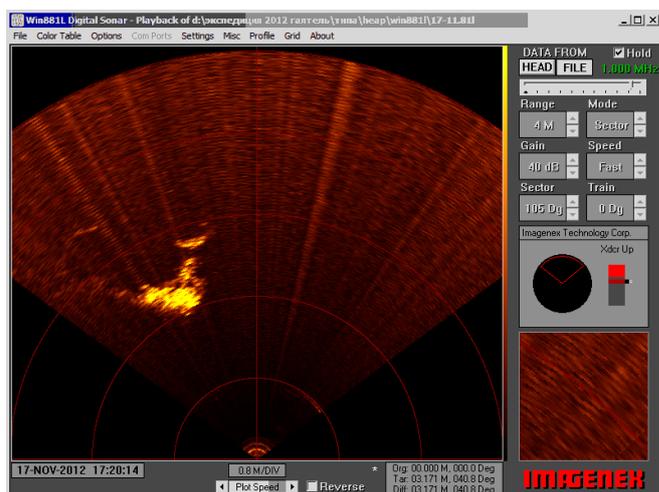


Рис. 3. Дообследование цели телеуправляемым аппаратом: выход на цель по данным гидролокатора, фотообследование

В докладе также приводятся характеристики некоторых новых робототехнических средств для выполнения обзорно-поисковых работ на шельфе, разработанных в настоящее время в ИПМТ ДВО РАН. Показаны также современные методы сбора и накопления доставленной информации в удобном для потребителя виде и использованием установленных технологий и процедур ее обработки и представления. Приведен пример выполнения поисковой операции на шельфе с использованием мобильного поискового робототехнического комплекса. Время на выполнение поиска и классификации малоразмерного объекта в мелководной бухте при заданном размере района поиска 200x400м составило 1.5 часа. В течение этого времени были выполнены следующие операции:

- с борта носителя был сделан запуск АНПА,
- проведено сплошное гидролокационное обследование дна,
- после подъема аппарата на борт судна выполнен экспресс-анализ доставленных данных, определены цели и их географические координаты,
- выполнен запуск ТНПА, обеспечен его переход в точку с заданными координатами,
- обнаружена цель гидроакустическим локатором и выполнено фото и видео обследование и классификация цели.

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПОИСКОВО-ОБСЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ ПОДВОДНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.Ю. Лукичев, А.Д. Консон, Н.В. Кулагина

ОАО «Концерн «Океанприбор»,
197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., д.46, тел. (812) 499-74-28
e-mail: nataliart@bk.ru

Рассмотрены вопросы, связанные с информационной интеграцией бортового оборудования АНПА в рамках создания единой информационно-управляющей системы АНПА, а также роль и место АНПА в сетевидной системе.

В настоящее время разработкой автономных обитаемых подводных аппаратов (АНПА) занимаются более 50 стран. В этой ситуации многие государства делают ставку в будущей войне на роботизированные системы, в которые внедряются высокие технологии, среди которых основополагающими являются информационные технологии, позволяющие придать автоматизированным системам, какими в настоящее время являются АНПА, принципиально новые качества, а именно превратить их в роботизированные комплексы, обладающие элементами искусственного интеллекта.

При реализации в АНПА информационных технологий и внедрения в них элементов искусственного интеллекта, АНПА будут способны решать практически любые задачи, возложенные в настоящее время на подводные антропоцентрические системы. Кроме того, реализация информационных технологий позволит реализовать сетевидный подход в управлении АНПА, что позволит повысить эффективность их боевого применения на современном театре военных действий (ТВД), которое в ближайшее время будет представлять собой единое информационное пространство [1].

При этом АНПА в данной концепции рассматривается как элемент в единой сетевидной системе обмена информацией (узел сети). Применение сетевидной структуры следует рассматривать только как коммуникационную составляющую для обмена информацией, при создании единого информационного пространства и обеспечения синхронизации информации на всех уровнях управления АНПА.

Внедрение информационных технологий в АНПА рассматривается как результат решения оптимальной задачи управления АНПА по критерию «время-эффективность» с учетом целевой функции применения АНПА в реальных условиях. В такой постановке результативность выполнения стоящей перед АНПА задачи будет обусловлена прежде всего степенью информационной интеграции технических средств, глубиной анализа поступающих данных и методов ее применения, при этом основной задачей становится анализ и интеграция информации, а также ее релевантность как для самой сети, так и для АНПА [2].

Переход к сетевидным основам информационного обеспечения при выполнении задач АНПА значительно меняет представления о возможной организации управления АНПА для эффективного выполнения ими целевой функции. Появляются новые способы их применения. Одним из таких способов становится ограниченная децентрализация и самоорганизация. Такой подход предполагает, что АНПА, находящиеся в зоне боевых

действий и обладающие объединенной картиной данного ТВД, при создании условий для самосинхронизации действий могут самостоятельно вырабатывать определенные решения быстрее и не требуют для этого детального централизованного управления [1,5]. Такая система управления позволяет закрепить за каждым уровнем иерархии свои функции, однако при этом необходимо добиться исключения информационной избыточности и обеспечить релевантность и целостность информации, поступающей на тот или иной уровень управления системы. Данная задача потребует нового подхода к созданию структуры информационного обеспечения и управления как в рамках подразделения (нескольких АНПА), так и в структуре самого АНПА [2].

Реализация концепции ограниченной децентрализации и самоорганизации технических средств АНПА лежит в направлении совершенствования интеллектуальной составляющей АНПА. Данный подход можно реализовать на основе информационной интеграции информации от разрозненных средств бортового оборудования АНПА и внешних средств наблюдения, на основе которого создается функционально целостный комплекс, способный к оперативной адаптации по управлению и наблюдению в целях эффективного выполнения АНПА его целевой функции в различных условиях его применения. Такой комплекс можно назвать интегрированной системой боевого управления (ИСБУ) [5]. Использование в ИСБУ формализованной базы знаний и базы данных, объективных критериев оценки условий функционирования, а также ориентированных на проблему методов принятия решения и управления, включая методы искусственного интеллекта, позволят подойти к вопросу реализации целенаправленных, а в дальнейшем и целевыбирающих систем. [3] Разработка таких ИСБУ для АНПА является реализуемой задачей, так как в настоящее время для этого уже накоплен существенный научно-технический задел, опыт и практические знания, которые были приобретены за 20-30 лет в деле построения основ многофункциональных интегрированных и экспертных систем для различных подвижных носителей.

АНПА, имеющий в своем составе развитую систему средств наблюдения и управления, является сложной системой, которую отличает иерархия построения входящих в нее технических средств наблюдения и управления, а также множественность уровней выработки решений. В этой связи естественным является то, что для построения ИСБУ для АНПА большое значение имеет организация сложного порядка функционирования и управления входящих в нее технических систем в информационной сфере.

Принцип иерархического построения ИСБУ АНПА определяет способ взаимодействия технических средств из состава ИСБУ, ее структурную организацию и уровни иерархии управления, которые должны быть основаны на принципе иерархической автономности. Основные положения этого принципа состоят в следующем [4]:

- интегрированный комплекс имеет иерархическую архитектуру и представляет собой совокупность систем различного уровня, причём система высшего уровня включает в свою структуру системы нижнего уровня;
- на каждом уровне иерархии работа систем происходит автономно и предусматривает выполнение предписанной данному уровню целевой функции оптимальным (или близким к оптимальному) образом. Это предопределяет наличие у системы любого уровня в той или иной степени свойств адаптации;
- системы вышележащего уровня иерархии организуют работу нижележащих уровней только в случае выхода их показателей за граничные условия или при потребности в

перестройке программы функционирования в соответствии с изменением целевой функции системы вышележащего уровня

В результате ИСБУ с многоуровневой иерархической структурой объединяет достоинства централизованной и распределённой структур:

- деление на чётко выраженные функциональные подсистемы с достаточно простыми характеристиками интерфейсов;
- легкая реализация процедур контроля правильности функционирования;
- возможность независимой параллельной разработки и совершенствования отдельных подсистем без изменения общей структуры, т.е. сохраняется принцип преемственности разработки отдельных бортовых устройств на основе научно-технической базы, полученной в ходе развития бортового оборудования;
- деление программного обеспечения (ПО) на чётко разграниченные задачи и области ответственности.

Применительно к ИСБУ в основе интеграции технических средств наблюдения и управления, кроме того лежит широкое внедрение процедур комплексной обработки информации и управления многофункциональной системой с применением научных теорий по решению оптимизационных задач в предметной области.

Функционирование ИСБУ следует рассматривать как его функционирование в интересах решения определенных задач для достижения заданной целевой функции с требуемой эффективностью. Каждый элемент такого функционирования складывается из совокупности организационно-технических и управленческих действий, реализуемых поэтапно. На первом этапе – это подготовка, когда определяется текущая цель функционирования АНПА, заносится априорная информация о предстоящей цели его функционирования, настраиваются бортовые измерительные и исполнительные устройства. На втором этапе осуществляется выработка управляющих решений с учетом складывающихся обстоятельств.

Таким образом, для ИСБУ реализующих принципы целенаправленной и целевыбирающей системы в контексте реализации механизма управления и наблюдения следует выделить три глобальных уровня:

- первый – оперативное целеполагание;
- второй – определение рационального пути достижения цели;
- третий – реализация принятого способа достижения цели, который вырабатывается на втором уровне.

Данная концепция основана на информационном обмене в ИСБУ АНПА, которое осуществляется обработкой информации и реализуется в алгоритмах управления, что приводит к необходимости решения ряда проблем, которые можно разделить на две большие группы:

- создание информационных моделей, загружаемых в память бортовых вычислительных систем и определяющих единое информационное пространство в системе;
- создание алгоритмов интеллектуальной обработки информации, позволяющих ориентироваться в сложной среде и решать разные интеллектуальные задачи для принятия решения и исполнения принятого решения.

Решение задач первой группы возможно на основе использования в составе ИСБУ системы обмена данными, построенной по сетевому типу [5]. Выполнение задач второй группы возможно только при использовании иерархического принципа построения ИСБУ АНПА. При этом происходит жесткое разделение функций, когда за сетевой системой остается исключительно обмен информацией между различными системами, входящими в

состав ИСБУ на различных уровнях иерархии, а за иерархической системой реализация алгоритмической и аппаратной структуры интеграции. Сетевая система в ИСБУ позволит создать на борту АНПА единое информационно-управляющее пространство.

Принципы применения в современных условиях роботизированных систем нацелены на повышение эффективности применения таких систем для выполнения различных задач в сложных условиях мирового океана. Для АНПА, действующих в условиях ограниченной децентрализации и самоорганизации и имеющих высокое техническое оснащение по средствам наблюдения, управления и связи, повышение эффективности достигается путем совершенствования интеллектуальной составляющей АНПА. Для этого на основе информации, поступающей из набора относительно разрозненных технических средств бортового оборудования современных АНПА и внешних информационных источников, создается функционально целостный комплекс – интегрированная система боевого управления АНПА, способная обеспечить оперативную адаптацию по управлению и наблюдению для эффективного выполнения текущей целевой задачи АНПА в различных условиях его применения.

Литература

1. Бородакий Ю.В., Лободинский Ю.Г. Информационные технологии в военном деле (основы теории практика применения). – М.: Горячая линия – Телеком, 2008.
2. Консон А.Д., Лукичев В.Ю., Ивлиев С.В., Семин Д.В. Интегрированные интеллектуальные системы боевого управления автономными техническими единицами. XIX международная научно-техническая конференция «Радиолокация, навигация, связь» сборник докладов. Том 1, 16-18 апреля 2013, г. Воронеж
3. Системы искусственного интеллекта и области их военного применения, /Под ред. академика Е.Ф. Федосеева. – м.: ГосНИИАС, НИУ, 1996г.
4. Месарович М., Мако Д., Такаха И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973
5. Верба В.С., Поливанов С.С. Организация информационного обмена в сетевых боевых операциях. // «Радиотехника», 2009г. №8

О НЕКОТОРЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ В РАЗВИТИИ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Л.Ю. Бочаров

Институт проблемных исследований РАЕН.
142210, г. Серпухов, Московская область, ул. Карла Маркса, д. 2/1,
Тел/факс: (4967) 35-36-56, E-mail: ipraes@online.stack.net

В докладе рассматриваются наиболее общие тенденции в развитии автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). Особое внимание в нем уделяется комплексам АНПА военного назначения.

За последние десять лет количество разработок (проектов) АНПА выросло более чем 2 раза. В 2010 году в мире насчитывалось более 200 проектов автономных и полуавтономных аппаратов различного целевого назначения (без учета АНПА, предназначенных для постановки гидроакустических помех, имитации подводных целей и т.п.). Однако их общее количество еще не велико и в настоящее время оценивается специалистами в пределах 950-1100 единиц. Наибольшая часть из них относится к малогабаритным АНПА (масса аппарата менее 50-60 кг).

Мировыми лидерами в разработке и производстве АНПА являются: США, Норвегия, Германия, Франция и Великобритания. Процессы формирования зарубежного рынка производителей АНПА и характеристика его современного состояния в обобщенном виде показаны на рис. 1. К числу основных особенностей этого рынка можно отнести следующие:

1. Разработка практически всех базовых проектов современных АНПА непосредственно осуществлялась по заказам военных ведомств зарубежных стран. Исключениями здесь являются разработки глубоководных аппаратов для решения научно-исследовательских задач, построенных, как правило, в единичных экземплярах. Например, АНПА DeepC (Германия, 2005 г.);

2. В США большая часть проектов первоначально разрабатывалась и ограниченно производилась в научных подразделениях университетов или в национальных научно-исследовательских институтах. В дальнейшем разработки выходили из “стен лабораторий” на потребительский рынок путем создания по принципу “spin-off” малых коммерческих предприятий. Формирование таких предприятий стимулировалось военными заказами, что позволяло военному ведомству США снизить стоимость поставок АНПА (комплексов АНПА) за счет налаживания их дополнительного производства в интересах коммерческого рынка.

3. За период 2005-2012 гг. рынок зарубежных производителей АНПА претерпел существенные структурные изменения. Малые компании, наладившие ограниченное производство АНПА были поглощены крупными фирмами или холдингами, находящимися под контролем государственных структур. В большинстве случаев такие процессы осуществлялись в интересах обеспечения национальной безопасности, и в том числе с целью недопущения распространения передовых подводных технологий (коммерческого назначения) без внесения изменений в соответствующую нормативно-правовую базу (в сфере экспортного контроля). Так, например, американская корпорация Teledyne в 2010 году приобрела исландскую компанию HafmyndLtd, которая являлась производителем и поставщиком на мировой рынок АНПА проекта GAVIA. Эта сделка была осуществлена практически сразу после того, как стало известно, что компания HafmyndLtd поставила свои изделия в страны Ближнего Востока и ВМФ России. Другим примером может служить приобретение в 2008 году норвежской группой компаний Kongsberg американской фирмы HydroidInc. (производителя АНПА военного назначения на базе проектов REMUS 100, REMUS 600, REMUS 6000). Известно, что Норвегия является активным членом НАТО и одобрение правительством США этой сделки было важным шагом в развитии военно-

технического сотрудничества двух стран, которое, в частности, ориентировано на совместное решение задач, связанных с “интернационализацией” ресурсов Арктики.

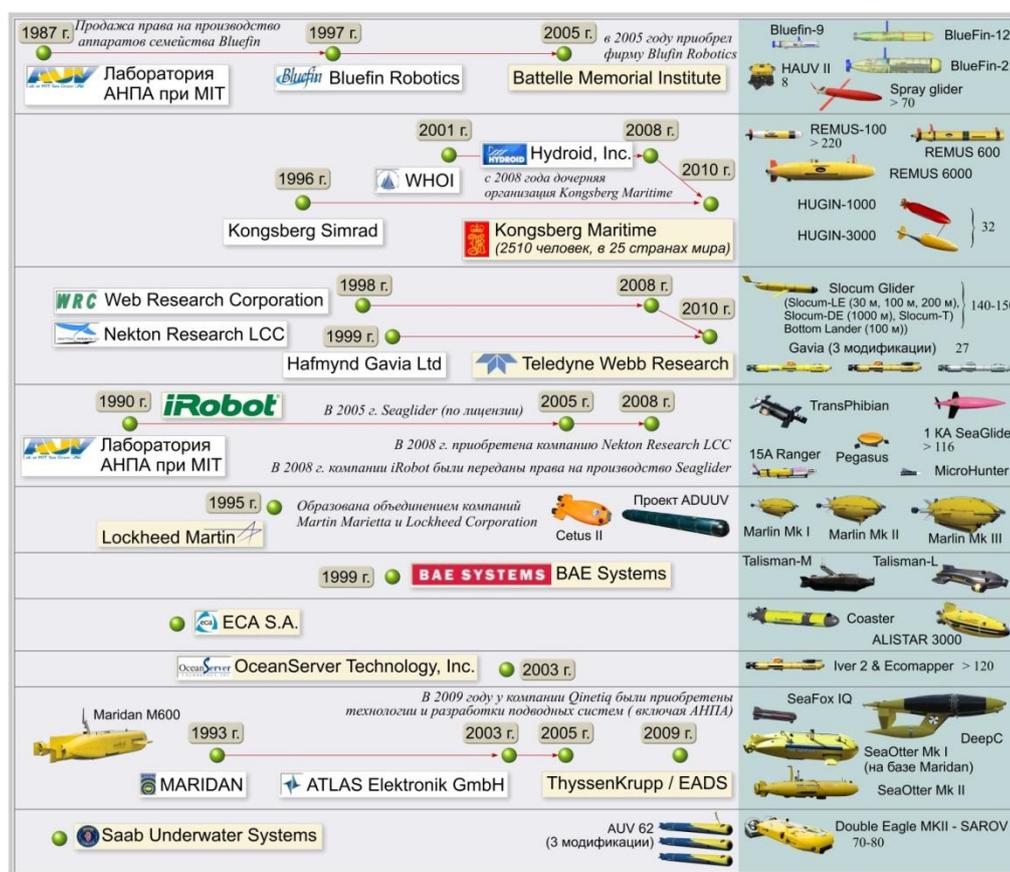


Рис. 1. Процессы формирования зарубежного рынка производителей АНПА и характеристика его современного состояния

Как уже отмечалось, основной движущей силой в развитии рынка современных АНПА являются заказы военных ведомств зарубежных государств. Поэтому далее приведем краткую характеристику его основных тенденций в соответствии с планами ВМС ведущих морских держав.

ВМС США. Анализ содержания планов и бюджетных проектов НИОКР военного ведомства США показал, что в настоящее время существует не менее 5 крупных целевых программ, ориентированных на создание комплексов на основе АНПА. К их числу относятся следующие программы [1,2]:

1. *Программа НИОКР по созданию АНПА большого водоизмещения – Large Diameter – Unmanned Undersea Vehicle (LD-UUV).* В рамках этой программы на период 2012-2014 гг. запланирован следующий комплекс работ:

1.1. Проведение натурных испытаний и цикла экспериментальных работ, связанных с оценкой эффективности АНПА большого водоизмещения проекта Proteus (Large Diameter – Dual Mode Undersea Vehicle(LD-DMUV)). Этот аппарат представляет собой быстроходный (скорость подводного хода > 10 узлов) подводный аппарат гибридного типа (подводный транспортировщик/АНПА), способный функционировать в следующих режимах:

- групповое подводное средство движения (ПСД) “сухого типа” – подводный транспортировщик с вооружением. В режиме ПСД аппарат может принять на борт до 7 боевых пловцов (SEAL);
- противоминный АНПА - носитель аппаратов для уничтожения мин типа SeaFox (или Archefish) и информационно-измерительных средств для поиска и идентификации мин;

- противолодочный АНПА - носитель противолодочного оружия (самоходные мины Mk 67, торпеды Mk 54) и средств гидроакустического обнаружения ПЛ.

АНПА проекта Proteus - DMUV был разработан группой компаний The Columbia Group (США) совместно с компанией Bluefin Robotic (подразделение холдинга Battele), являющейся ведущим мировым производителем АНПА. Проект Proteus - DMUV создан на базе подводного транспортировщика SDV (Swimmer Delivery Vehicle) Dolphinclass и обладает следующими характеристиками: длина 7,8 м; диаметр ~ 1,62 м; масса ~ 3,7 т; максимальная масса транспортируемого подвешиваемого груза (подводного оружия или аппаратов для уничтожения мин) ~ 816 кг на каждый борт. Его автономность при скорости подводного хода ~ 4 уз может составлять от 72 часов до 112 часов (при использовании дополнительных модулей с аккумуляторными батареями). Вероятно, что помимо проекта Proteus кандидатом в программу LD-UUV еще остается и АНПА Echo Ranger, разработанный в 2001 году компанией Boeing. Ожидается, что в 2013 году после выбора базового проекта будут развернуты ОКР по созданию промышленного образца LD-UUV;

1.2. Проекты работ по созданию перспективной системы энергоснабжения для АНПА класса LD-UUV. Работы по этим проектам осуществляются по заказам DARPA[3] и Управления научных исследований ВМС США (ONR);

1.3. Проект прикладных исследований в интересах создания неакустических систем подводной связи (лазерных и электромагнитных систем), нового поколения гидролокаторов с синтезированной апертурой, измерителей параметров магнитных полей, анаэробных двигателей и электрохимических генераторов для АНПА класса LD-UUV. Работы в этих направлениях проводятся по заказам ONR;

2. *Программа работ по созданию противоминного комплекса KnifeFish*, размещаемого на кораблях прибрежной зоны проектов LCS. В рамках этой программы проводятся НИОКР по разработке комплекса, состоящего из двух АНПА диаметром 533 мм. В качестве базового проекта АНПА комплекса KnifeFish принят аппарат проекта Bluefin-21 (диаметр 533 мм, длина до 5,7 м), производства компании Bluefin Robotic. Главным исполнителем работ по программе НИОКР является компания General Dynamics Advanced Information Systems (GDAIS). В заключенном с ней контракте предусмотрена, в случае успешного выполнения работ, поставка 30 комплексов Knifefish (24 комплекса для противоминных модулей для кораблей класса LCS и 6 тренажерных комплексов). Ожидается, что производство серийных образцов комплексов и их тестирование начнется в 2017 году.

3. *Программа внедрения на флотах ВМС системы освещения подводной обстановки в прибрежных водах – “Persistent Littoral Undersea Surveillance (PLUS) System”*. Эта программа является завершающим этапом проведения целого комплекса работ (программы PLUSNet, Undersea Persistent Surveillance (UPS), Adaptive Sampling and Prediction (ASAP), Autonomous Wide Aperture Cluster for Surveillance (AWACS), SeaWeb и др.), направленных на отработку основных элементов оперативно развертываемой многопозиционной системы обнаружения ПЛ [4].

Примечание: В рамках экспериментальной программы PLUS Net осуществлялась отработка технологий создания оперативно развертываемой (с ПЛ) многопозиционной системы освещения подводной обстановки в прибрежных районах. С этой целью прорабатывались вопросы переоборудования ПЛАРБ (SSBN 726 “Ohio” и SSBN 728 “Florida”) в лодки специального назначения с включением в состав их вооружения ~ 25 АНПА различных классов. По замыслу американских военных создание такой системы позволит вести продолжительное наблюдение за подводной обстановкой, своевременно обнаруживать и распознавать подводные цели (угрозы) на акватории общей площадью ~ 100-200 тыс. км².

Текущими планами ВМС США предусмотрено, что в состав мобильных средств внедряемой системы PLUS будут входить 6 АНПА, созданных на базе проекта REMUS 600 и 5 АНПА-планеров проекта SeaGlider. Основная часть работ по опытной эксплуатации системы намечена на 2014-2015 гг.

4. *Комплексная программа работ DASH (Distributed Agile Submarine Hunting)*, проводимых по заказам DARPA и предусматривающая разработку технологической концепции и базовых технических средств, предназначенных для организации оперативно развертываемой зональной системы освещения подводной обстановки (поиска, дальнего обнаружения и слежения за ПЛ) в прибрежных районах. В рамках этой программы осуществляется разработка проектов различных самоходных подводных носителей акустических и неакустических средств обнаружения ПЛ. Следует отметить, что программа DASH ориентирована на дальнейшее развитие технологий, отработанных в рамках проекта по созданию автономной информационно-измерительной системы освещения подводной обстановки в прибрежных районах “Persistent Littoral Undersea Surveillance System (PLUSSystem)”;

5. *Программа приобретения АНПА для океанографических задач (LBS-UUV)*. В рамках реализации этой программы (LBS-UUV) осуществляется разработка и закупка подводных аппаратов двух типов: подводных планеров (LBS-G (Gliders) – в качестве базового проекта был выбран АНПА-планер Slocum-E 200 компании Teledyne) и торпедообразных АНПА с гребными электродвигателями (LBS-AUV – базовым стал АНПА проект REMUS 600).

Реализация проекта LBS-UUV предусмотрена на первом этапе выполнения комплексной программы “Littoral Battlespace Sensing, Fusion, and Integration (LBSF&I)”. Разрабатываемые в рамках этой программы необитаемые подводные аппараты предназначены для решения следующих задач:

- оперативного получения исходных данных о гидрологических условиях в заданных прибрежных районах для эффективного решения задач борьбы с подводными лодками (их обнаружение и уничтожение), противоминной защиты (поиск и картографирование минных полей), применения мобильных отрядов подводных прибрежных действий (и как следствие, адаптации процесса обработки последующей информации с учетом параметров среды);

- уточнения данных об “эталонных” шумах подводных целей (ПЛ, мини-ПЛ, подводных средств движения (ПСД) диверсантов и т.п.) и характерных фоновых помехах применительно к районам действия стационарных и мобильных (оперативно-развертываемых) систем наблюдения за подводной обстановкой путем учета корректирующих поправок на распространение сигналов в оцененной гидрологической обстановке.

В качестве платформы-носителя АНПА проектов LBS-G и LBS-AUV будут использованы океанографические суда T-AGS60 Pathfinder, эксплуатируемые Управлением океанографии ВМС США (NAVOCEANO). Спуск и подъем аппаратов на борт судна предполагается осуществлять с использованием штатных судовых грузоподъемных устройств (кран-балки). Ожидается, что в случае успешной реализации программы LBS-UUV на вооружение ВМС США до 2016 фин. г. поступит 168 аппаратов, из них 14 АНПА проекта LBS-AUV (рис. 2).

Программа LBS-UUV является наиболее крупным проектом ВМС в области подводной робототехники, так как в ней за период 2009-2015 фин. г. планируется закупить 164 необитаемых подводных аппарата и соответствующее вспомогательное оборудование (для обеспечения применения по назначению).

Важное место программе LBS-UUV отводится и в комплексе мероприятий, связанных с обеспечением национальных интересов США в Арктике. Так, например, в официальном документе “План действий ВМС США по освоению и использованию Арктики на период 2010-2014 фин. г.” [5] ставится задача по увеличению (начиная с 2013 фин. г) интенсивности использования в Арктике необитаемых подводных аппаратов (в том числе и подводных планеров (gliders), приобретаемых в рамках комплексной программы “Littoral Battlespace Sensing, Fusion, and Integration(LBSF&I)”) для проведения океанографических измерений, мониторинга подводной обстановки и в других исследовательских целях (U.S. Navy Arctic Roadmap, October 2009, Action Item 5.11 - программная задача № 5, программный пункт 5.11).

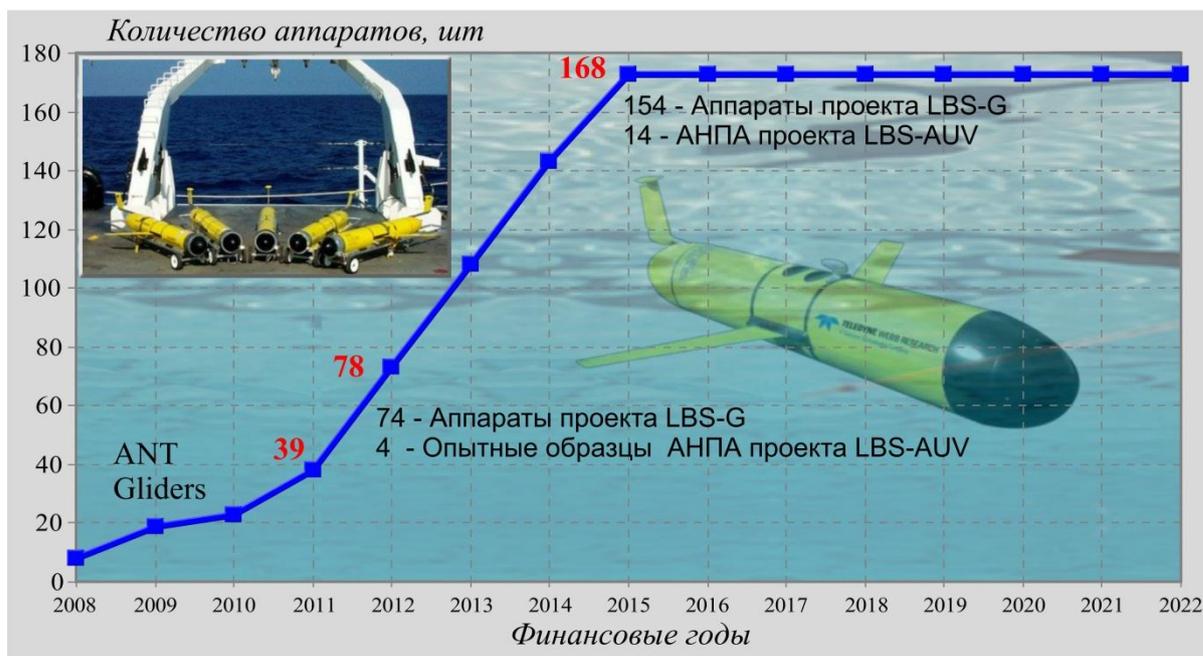


Рис. 2. План-график реализации программы ВМС США “Необитаемые подводные аппараты для океанографических измерений в прибрежных водах” - LBS-UUV

ВМС Великобритании. Этим ведомством запланировано участие в разработке и модернизации АНПА следующих проектов: REMUS, GAMBIT, MARLIN, BAUVV (*Battlespace Access UUV*) и Manta (*Manta Test Vehicle*). В рамках самостоятельной программы предусмотрены работы по совершенствованию комплексов АНПА на базе проектов Talisman M и Talisman L, созданных компанией BAE Underwater Systems.

ВМС Германии. В рамках НИОКР этого ведомства, компания Atlas Elektronik осуществляет модернизацию АНПА следующих проектов: SEAOTTER Mk 2 (многоцелевой АНПА); SEAHAWK (автономный вариант ПТА SEAFOX-I для поисково-осмотровых работ); DM2A4 SEA HAKE Mod 4 (легкий торпедообразный аппарат, способный функционировать в автономной и неавтономном (используется кабель-трос) режимах).

ВМС Швеции. На долгосрочную перспективу запланированы НИОКР по совершенствованию АНПА проектов AUV-62 F (многоцелевой АНПА) и DoubleEagle Mk II (противоминный аппарат - одна из конфигураций проекта SAROV). Основными исполнителями работ являются FMV, SAAB (подразделение Saab Bofors Underwater Systems AB) и FFI.

ВМС Норвегии. Перспективные планы разработок АНПА основаны на достижениях, полученных в ходе НИОКР по созданию комплекса HUGIN Mine Reconnaissance System (аппарат был создан на базе проекта Hugin-3000). Проект Hugin-3000 представляет собой уже третье поколение подводных аппаратов, разработанных и эксплуатируемых фирмой Kongsberg Simrad совместно с норвежской государственной нефтяной компанией Statoil, научно-исследовательским центром Министерства обороны Норвегии FFI и норвежским институтом подводных исследований NUI. Надо отметить, что противоминные комплексы HUGIN *Mine Reconnaissance System* закупает ВМС Финляндии.

ВМС Франции. На период до 2012-2014 гг. запланирована программа по созданию многоцелевых комплексов на базе проектов ASM-X, Alistar(аппарат тяжелого класса) и Coaster(аппарат легкого класса).

Европейское оборонное агентство. Важную роль в формировании НИОКР по созданию морских робототехнических комплексов в интересах обороны и безопасности стран ЕС играет

Европейское оборонное агентство (European Defence Agency - EDA). К числу важнейших документов, подготовленных EDA за последние годы, следует отнести: “Европейская стратегия развития оборонных исследований и обмена научно-технической информацией” и “Стратегия развития военно-технической базы и военно-промышленных комплексов стран ЕС”. На основе упомянутых стратегий Европейским оборонным агентством был разработан документ, получивший название “План развития ВВТ в странах ЕС”.

В части реализации Стратегии оборонных исследований и разработок и Плана развития ВВТ в конце 2010 года Европейское оборонное агентство завершило подготовку программы НИОКР по созданию морских робототехнических комплексов для обеспечения противоминных действий и решения других задач, стоящих перед ВМС стран ЕС (European Unmanned Maritime Systems for MC Mando the renewal application). Эта программа содержит комплекс мероприятий по разработке ключевых технологий для необитаемых подводных аппаратов (UUV) и безэкипажных надводных судов (USV). Первый этап работ (Category A) рассчитан на четыре года и предполагает объем финансирования в размере 53 млн евро. Пока трудно оценить насколько эффективной окажется разработанная программа. К настоящему времени результативность действий Европейского оборонного агентства остается весьма скромной. Первоначально имея очень широкий мандат (предоставление помощи странам-членам ЕС в усовершенствовании европейских оборонных возможностей и кризисного управления, поддержка европейской политики в сфере обороны и безопасности), EDA вскоре почувствовало серьезное давление со стороны стран-членов ЕС, не желавших ее пускать в “закрома” своих НИО и предприятий военной промышленного комплекса.

Среди других зарубежных стран следует отметить выход на рынок АНПА военного назначения компаний из Турции (АНПА проекта BARBAROS) и Южной Кореи (АНПА проектов ISiMI-100, AUV-60 и AUV-48).

Как показал проведенный анализ, мировая динамика развития АНПА военного назначения на период до 2020-2025 гг. может быть охарактеризована следующим образом:

1. Объем мирового рынка АНПА за период 2012-2020 годов можно оценить в размере 3,0-3,2 млрд долл. Более 70% этого рынка будет сформировано на основе военных заказов. Основными потребителями этого вида морской робототехники будут ВМС США, Германии, Франции, Великобритании, Китая и Норвегии;

2. За последние годы время темпы развития зарубежного рынка автономных необитаемых подводных аппаратов за рубежом несколько замедлились. Общее количество АНПА, построенных до середины 2012 года может оцениваться в размере ~ 1100-1200 единиц. Из них ~ 70% были созданы в период 2002-2008 гг. Приблизительно 85% эксплуатируемых АНПА имеют предельную рабочую глубину менее 600 м. Наибольшее практическое распространение (более 65% от общего числа построенных АНПА, без учета подводных планеров) получили комплексы на основе малогабаритных АНПА (масса аппарата: 50-70 кг), стоимость которых может находиться в пределах от 60 до 300 тыс. долл.;

3. Повышенный интерес у военных потребителей проявляется к разработкам и применению подводных необитаемых аппаратов, обладающих сверхбольшой продолжительностью автономного плавания (от недель до года). Такие подводные средства уже хорошо зарекомендовали себя при решении исследовательских океанографических задач, связанных с широкомасштабными измерениями параметров среды в водной толще и вблизи дна. Из-за отличительных особенностей своей конструкции они объединяются в один класс (тип) АНПА, получивший название подводных планеров (gliders). К настоящему времени за рубежом создано ~ 8-10 функционально завершенных проектов подводных планеров, среди которых следует выделить: американские аппараты проектов SeaGlider, Slocum-E, Slocum-T, SprayGlider, XRayGlider, ANT LittoralGlider, Sterne (Франция) и итальянский - Fologa. Основными отличительными особенностями подводных планеров являются:

- сверхбольшая дальность хода (>1,5 тыс. км) и “рекордная” автономность (от недель до года);

- малые массогабаритные характеристики (масса ~50-120 кг, длина ~2 м), обеспечивающие возможность легкого (низко затратного) и оперативного их развертывания;
- низкая стоимость производства и эксплуатации аппаратов, позволяющая их эффективно использовать в групповом составе;
- простота процедур сбора измерительной информации и корректировки программного задания, определяемая возможностями современных телекоммуникационных технологий (спутниковая связь, Internet, беспроводные сети, системы электронной почты и передачи мультимедийных сообщений и т.п.).

К настоящему времени в мире уже построено более 550 НПА, относящихся к классу подводных планеров (Gliders). Ожидается, что на период до 2020-2025 гг. такие аппараты будут наиболее востребованными для решения различных военных задач;

4. В соответствии с перспективными планами Министерства обороны США к 2015-2017 гг. в боевом составе ВМС США будет находиться более 700 НПА (без учета НПА, предназначенных для уничтожения мин, постановки гидроакустических помех, имитации подводных целей и т.п.). По состоянию на декабрь 2012 года в эксплуатации ВС США находилось ~ 500 НПА, из них ~ 67% относилось к классу АНПА.

Литература

1. Research, Development, Test & Evaluation Programs (R-1), Department of Defense Budget Fiscal Year 2014, Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller), April 2013, 97 p.
2. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036, Department of Defense, 11 August 2011, 108 p.
3. Бочаров Л.Ю. Управление перспективных исследований и разработок Министерства обороны США (DARPA): анализ деятельности.// ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 5/2012, С. 134-147.
4. Илларионов Г.Ю., Сиденко К.С., Бочаров Л.Ю. Угроза из глубины: XXI век. - Хабаровск: КГУП "Хабаровская краевая типография", 2011, 304 с.
5. U.S. Navy Arctic Roadmap, October 2009, 33 p.

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДВОДНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

И.В. Капустин, Л.Л. Кулаков
ГУГИ МО РФ

В.И. Потапов
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»

В докладе рассматривается актуальность проблем использования роботизированных комплексов при решении задач охраны и защиты добывающих платформ с помощью боевых подводных роботов и сетевидной автоматизированной сети. Показаны существующие и перспективные пути для оптимизации процесса обеспечения связи между ними. Обоснована необходимость развития классической военной теории в вопросах роботизированных комплексов.

В своем выступлении 4 июля 2013 года на конференции по проблемам национальной безопасности России вице-премьер Дмитрий Олегович Рогозин, проанализировав пять сценариев возможных войн, определил, что одними из них могут быть конфликты, связанные с противодействием терроризму, в том числе и государственному, а также конфликты, связанные с противоборством в Арктике.[1] В частности, он отметил, что активное освоение арктического шельфа неизбежно приведет к конфликту интересов между странами, предъявляющими свои претензии на его ресурсы и «...вполне вероятно, что российские объекты нефте- и газодобычи могут стать целями скрытых диверсий со стороны стран-конкурентов».

Угроза усиливается ещё и тем, что внимание экстремистских и террористических организаций, как национальных, так и международных, устремляется именно на объекты топливно-энергетического углеводородного комплекса, как более уязвимые по сравнению с объектами атомной энергетики. И здесь особую тревогу вызывают сведения об активизации диверсионно-террористической деятельности, направленной на дестабилизацию поставок углеводородного сырья морским путем, а также захвата нефтяных и газодобывающих платформ террористами с намерением или угрозой их уничтожения, а также шантажа при захвате в заложники персонала платформ. Практически все крупные террористические организации, такие как ХАМАС, «Исламский джихад» и им подобные имеют морские подразделения. В политике государственного терроризма весомую роль будут играть вновь создаваемые элементы системы противолодочной войны – ударные подводные роботы.

Исходя из сказанного, следует готовиться к отражению угроз террористическо-диверсионного характера. Становится очевидным, что объектами ударов и атак нефтегазовых комплексов будут являться терминалы, добычные комплексы, танкеры, газозовы, магистральные трубы.

Рассмотрим охрану и защиту морских платформ нефтегазовых комплексов, которые по существу являются главным элементом шельфовой индустрии. К охране и защите объектов морских нефтегазодобывающих комплексов необходимо подходить сугубо индивидуально с учетом их расположения в различных морях и в различных условиях, с учетом факторов гидрометеорологических и гидрофизических явлений, пространственного размаха, международного морского права, дипломатических отношений между странами и т.д.

С точки зрения процесса охраны и защиты платформ комплексов добычи нефти и газа есть существенные отличия подводных платформ от всех остальных: морских стационарных (МСП), гравитационных морских (ГМСР), самоподъемных плавучих буровых (СПБУ), полупогруженных плавучих буровых (ППБУ). Наибольшую опасность для надводных платформ морских комплексов добычи нефти и газа представляют крылатые ракеты, выпущенные подводной лодкой из-под воды, боевые подводные роботы, а также

диверсанты с использованием технических средств движения. Можно предположить, что все надводные платформы должны быть оснащены:

- радиолокационными станциями, обеспечивающими обнаружение малоразмерных целей в радиусе 5-7 км и надводных целей – 12-14 км в зависимости от высоты установки и бальности моря;

- специальными радиолокационными станциями для обнаружения протяженных слабоконтрастных нефтяных пленок в радиусе до 2-3 км, которые способны обнаруживать след на поверхности моря, идущего под водой подводного робота или боевого пловца;

- выносными гидрофонами, содержащими сейсмические датчики, расположенными на дне акватории на расстоянии от платформы 300-500м.

Безусловно, что все указанные выше технические средства требуют проверки в ходе специальных учений. При получении положительных результатов в ходе учений необходимо на платформе расположить следующие средства поражения:

1. Переносные ракетные зенитные комплексы.
2. Реактивные бомбовые установки для поражения боевых подводных роботов.
3. Низкочастотные комплексы функционального подавления, вызывающие нелетальное поражение боевых пловцов.
4. Специальные ракеты для поражения электромагнитным импульсом систем управления ракет вероятного противника.

Для достижения целей безопасности платформ нефтегазовых комплексов необходимо создать интегрированную систему управления, обеспечивающую автоматизацию выработки исходных данных, передачу этих данных в реальном масштабе времени в системы оружия для получения стрельбовых параметров для комплексов оружия, обеспечивающих эффективное его применение. Основы организации применения роботизированных комплексов обоснованы нами в 2013 году в работе «Способы применения боевых подводных роботов для охраны и защиты морских нефтегазодобывающих комплексов».

Как правило, такие роботизированные комплексы включают в себя несколько перспективных боевых подводных роботов (БПР). Функционально каждый из них должен обладать заданной программой, способностью осуществлять связь с постом управления на платформе или на берегу, взаимодействующими роботизированными комплексами и системами. Для этой связи на БПР должна быть предусмотрена функциональная система управления, основу которой составляет микро-ЭВМ с процессорами большой производительности, и в общем случае, должна включать в себя несколько функциональных подсистем с соответствующими модулями, одним из которых является функциональный мини-комплекс средств связи с модулем гидроакустической связи и телеуправления. Для обеспечения управления боевым подводным роботом такая система должна позволять осуществлять связь на дистанции не менее 45 км в мелководных районах и до 300 км в глубоководных. Двухсторонняя связь должна обеспечиваться установкой соответствующей приемо-передающей аппаратуры на БПР и постах управления, развернутых на платформе и на берегу. Предполагается, что она будет интегрирована в систему контроля (освещения) обстановки и представлять собой автономную систему подводного наблюдения и связи (поражения) (АСПНС(П)), состоящей из ячеистой сети волоконно-оптических кабелей с размером ячейки 5–10 км. В узлах ячеек должны быть установлены приемники-ретрансляторы, работающие от автономных источников питания. Для прокладки сети может использоваться специальный робот-кабелеукладчик. При прокладке такая сеть заглубляется в грунт и после развертывания позволяет осуществлять обмен информацией и командами управления между всеми элементами автономной системы подводного наблюдения и связи, имеющими аппаратуру гидроакустической связи и находящимися в зоне ее действия. Кроме того, АСПНС(П) технически позволяет обмениваться информацией между подводными, надводными объектами, беспилотными летательными аппаратами и береговыми постами управления, реализуя, таким образом, схему охраны и защиты, представленную на рисунке 1.

Подобные автономные системы обнаружения, наблюдения и связи (и поражения) функционально должны выполнять следующие задачи:

- обнаружение, классификацию, передачу данных целеуказания об обнаружении диверсионных сил и средств на пост управления и на взаимодействующие БПР;
- взаимное опознавание с обнаруженными подводными объектами;
- связь с постом управления, взаимодействующими роботизированными комплексами и системами;
- поражение назначенных целей по команде поста управления;
- самоликвидацию при несанкционированном доступе подводных роботов или диверсионных сил и средств противника к комплексу;
- обеспечение безопасной смены источников питания и электронных программных систем управления АСПНС(П), развернутых в море, специально подготовленными роботами по команде с поста управления.

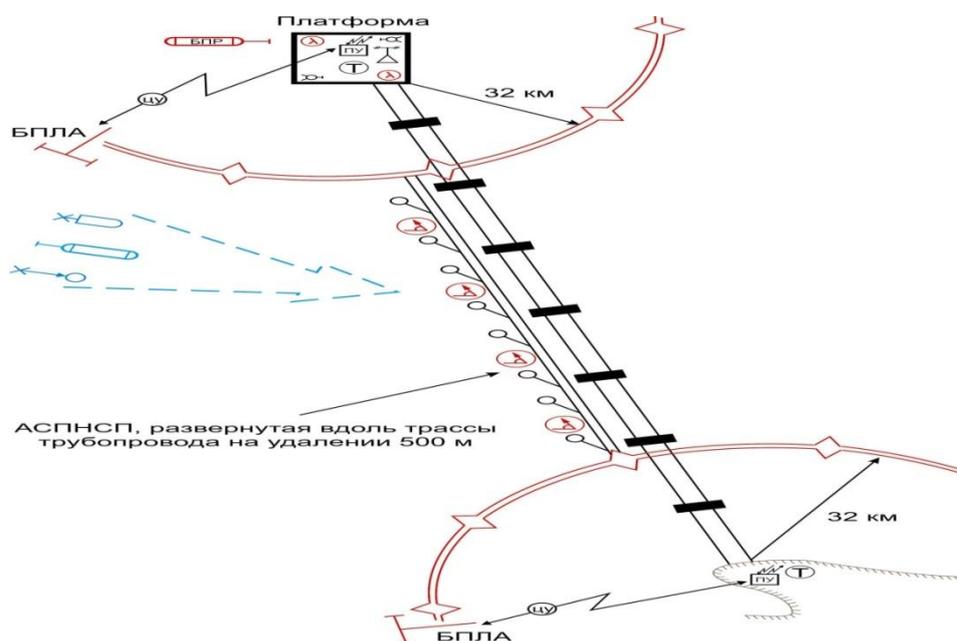


Рисунок 1. Схематическое изображение охраны и защиты платформы и трубопровода с помощью АСПНС(П), БПР и БПЛА

Давно подтверждено, что повышение эффективности подводных работ может быть достигнуто путём развёртывания в акватории предполагаемых работ подводной гидроакустической информационно-навигационной сети. Для подводных объектов, задействованных в решении задач и находящихся в акваториях действия гидроакустической информационно-навигационной сети, должен быть организован пакетный принцип коммутации сообщений, аналогичный применяемому в сотовых сетях связи с подвижными объектами для цифровой передачи информации. Применение пакетного принципа коммутации обеспечивает подводным объектам доступ к существующим информационным сетям (системам связи) независимо от местоположения подводного объекта с возможностью двустороннего обмена информацией между подводными объектами, включая и подвижные, с сухопутными и подводными объектами [2].

По функциональным признакам в составе гидроакустической информационно-навигационной сети можно выделить ряд подсистем [2]:

- подсистему гидроакустических ретрансляторов;

- подсистему передачи информации между гидроакустической информационно-навигационной сетью и подвижным подводным объектом;
- подсистему маршрутизации и защиты информации;
- подсистему обмена информацией между гидроакустической информационно-навигационной сетью и надводными системами связи.

В подсистеме маршрутизации методом имитационного моделирования и полунатурного эксперимента осуществляется выбор маршрута передачи пакетов информации по некоторому критерию качества (например, выбор интервалов с наилучшим соотношением сигнал/помеха). Важным моментом отработки является система навигации в части слежения за подвижным подводным объектом относительно элементов сети с целью подключения его к тому или иному узлу для обеспечения эффективного обмена информацией объекта с другими элементами сети.[3]

Волоконно-оптические кабели рассматриваемой выше АСПНС оказываются предпочтительными в случаях, когда требуется передавать в реальном времени широкополосные данные, а для поддержания работоспособности приборов требуется большой расход электроэнергии. Такие волоконно-оптические кабели успешно используются при создании донных обсерваторий, в том числе, для тестирования элементов перспективных систем. [4]

В ряде важных случаев, например когда системы формируются из (или с привлечением) мобильных элементов – автономных аппаратов, использование кабельных систем просто невозможно. Именно поэтому характерной современной тенденцией при создании морских информационных систем является ориентация на применение беспроводных сенсорных сетей. Дополнительной аргументацией в их пользу является то, что важным свойством средств обеспечения безопасности является скрытность их развертывания. Обеспечить это качество по отношению к кабельным системам сложно, к беспроводным – сравнительно легко. В подводном пространстве основой сетей являются средства акустической связи, в пространстве над водой в общем случае – это радио или комбинированная связь.

Весьма важной представляется также проблема обеспечения бесконтактного энергоинформационного обмена между боевыми подводными роботами, в частности, и в АСПНС в целом. Существует необходимость поддержания уверенной гидроакустической связи не только посредством приёма-передачи массивов данных через водную среду, но и гарантированного обмена информацией через корпус в принципе любых подводных аппаратов, в том числе и автономных необитаемых.

Существенной представляется реализация возможности периодического подзаряда автономных источников электропитания робота без подъёма его на поверхность, что также может быть обеспечено передачей электроэнергии бесконтактным способом. В начале первого десятилетия нынешнего века стало известно о подобных разработках в США [5].

Заявленные там результаты, а это одновременная передача 50 Вт мощности и данных на скорости 12,4 Мбит/с сквозь стальную плиту толщиной 6,4 см, может быть излишне оптимистичны, но, тем не менее, говорят о принципиальной возможности реализации подобных устройств. Решение этой проблемы способно принципиально изменить свойства подводных гидроакустических систем в целом, придав им новые боевые свойства.

Таким образом, анализ угроз морским нефтегазодобывающим комплексам и существующих возможностей их локализации позволяет сделать вывод о том, что в условиях динамического развития инфраструктуры таких комплексов возникает объективная необходимость применения роботизированной техники для выполнения задач их охраны и защиты. Современные силы и средства такой задачи не решают. Строить систему охраны и защиты необходимо с постоянным наращиванием ее автоматизации и роботизации, и сокращением участия человека-оператора. Подводные роботы должны стать для ВМФ РФ новым направлением средств вооруженной борьбы. Безусловно, что наибольший успех в борьбе с сетевыми системами вероятного противника в подводной среде принесет

создание отечественных систем подводного наблюдения, связи и поражения, интегрированных в систему контроля (освещения) обстановки.

Необходимо развивать классическую военную теорию и современную практику Вооруженных Сил в вопросах применения роботизированных комплексов, в том числе для охраны и защиты морских нефтегазодобывающих комплексов.

Добывающие компании функционируют по правилам рыночных отношений. Это обстоятельство вызывает объективную необходимость выполнения услуг по охране и защите морских нефтегазодобывающих комплексов силами ВМФ по договорам гражданско-правового характера, что позволит сохранять финансовый ресурс бюджетных средств на выполнение других задач.

Литература

1. Рогозин Д.О. Незвездные войны. Российская Газета неделя, 04.07.2013г. №144 (6120) [www.rg.ru/art/805429].
2. Криволапов Г.И., Носов В.И., Резван И.И., Чернецкий Г.А. О построении системы гидроакустической связи для подводного мониторинга. Сб. докл. Третьей научно-практической конф. "Гидроакустическая связь и гидроакустические средства аварийно-спасательного назначения" 15-18 июня 2005 г., Волгоград.
3. Криволапов Г.И., Криволапов Т.Г., Чернецкий Г.А. Шлюз для обмена информацией между гидроакустическими и наземными системами связи. Сб. докл. Четвёртой научно-практической конф. "Гидроакустическая связь и гидроакустические средства аварийно-спасательного назначения" 10-13 июля 2007 г., Волгоград.– С. 35-38.
4. Коваленко В.В. Информационные сетевые системы как основа решения прикладных задач в сферах безопасности, ресурсной и природоохранной. Сб. докл. Второй всероссийской научно-технической конф. "Научное и техническое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана", 2012 г., Новосибирск.
5. www.gizmag.com/ultrasonic-data-and-power-transmission-through-metal/18097/

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОДВОДНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

С.Н. Гаврилкин, И.И. Микушин

Научно-исследовательский институт оперативно-стратегических исследований
строительства ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».
198516, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. Разводная, 17, тел / факс: (812) 4506714
e-mail: vunc-vmf-4fil@mil.ru

В докладе рассматриваются направления развития подводных робототехнических комплексов в интересах решения задач ВМФ и основные проблемы, требующие решения для интенсификации развития данного класса вооружения.

Освоение пространств и ресурсов Мирового океана - одно из главных направлений развития мировой цивилизации в третьем тысячелетии. Сущностью национальной политики ведущих морских держав и большинства государств мирового сообщества в обозримом будущем станет самостоятельная деятельность и сотрудничество, а также соперничество в освоении Мирового океана.

Актуальность вопросов, связанных с освоением подводного пространства и ресурсов Мирового океана, определена в «Концепции развития глубоководных сил и средств Российской Федерации на период до 2021 года» [1]. Это связано с интересами России как в области освоения природных ресурсов Мирового океана, так и в области обеспечения национальной безопасности Российской Федерации [2].

Современный подход к войне на море предполагает реализацию концепции ведения боевых действий в сетевом пространстве на основе широкого использования сетевых технологий передачи информации, в том числе и с использованием подводной инфраструктуры антропогенного характера. Предполагается, что в ключевых районах Мирового океана будут развернуты системы надводного и подводного наблюдения, интегрированные с системами связи и носителями морского оружия в единую информационную сеть. В качестве основных элементов информационной сети, наряду с традиционными силами (корабли, самолеты, подводные лодки), рассматриваются робототехнические комплексы на основе беспилотных летательных аппаратов, необитаемых подводных аппаратов и безэкипажных катеров (далее - БЛА, НПА и БЭК), а также оперативно-развертываемое, преимущественно с подводных носителей, донное оборудование различной номенклатуры и назначения.

Следует ожидать, что Военно-Морскому Флоту будут противостоять пространственно распределённые силы и средства, организованные в виде совокупностей взаимосвязанных структур наблюдения, управления и применения оружия. Это – сложные системы, адаптированные под решаемые задачи, насыщенные робототехническими комплексами различного базирования (воздушного, подводного, надводного и наземного). Анализ информационных материалов в части развития НПА даёт основание полагать, что их применение в большей степени ориентировано на ведении боевых действий ВМС развернутых в передовых районах Мирового океана и в первую очередь, у побережья противника. В настоящее время на вооружении ведущих иностранных государств уже состоят подводные робототехнические комплексы (далее - РТК), выполняющие задачи освещения подводной обстановки, подводного мониторинга, обнаружения и уничтожению мин [3], активно ведутся работы по созданию подводных аппаратов, способных нести оружие.

Безусловно, в процессе планирования развития ВМФ должны учитывать общемировые тенденции создания и использования робототехнических комплексов для ведения вооружённой борьбы на море. Но вместе с тем при противостоянии втягиванию России в

гонку вооружений важной задачей является последовательное создание робототехнических комплексов военного назначения, руководствуясь принципами программно-целевого планирования и системного подхода при строительстве сбалансированного ВМФ.

Здесь немаловажно отметить, что приоритетным направлением в области базовых военных технологий на период до 2020 года являются исследования и разработки по созданию робототехнических комплексов и систем [4].

Безусловно, перспективность использования НПА в интересах решения задач, стоящих перед ВМФ, определяется такими присущими им качествами как: *автономность*, т.е. способность НПА действовать на значительном удалении от корабля или подводной лодки, что позволит расширить их область влияния; *отсутствие экипажа* и как следствие уменьшение людских потерь; *скрытность* - низкий уровень физических полей позволяет НПА выполнять поставленные задачи с достаточно низкими демаскирующими признаками; *действие в районах, труднодоступных для традиционных сил*, НПА может действовать на больших и малых глубинах, в условиях радиационно-химической заражённости, при плохой погоде и состоянии моря, в арктических и тропических условиях, круглосуточно.

Благодаря своим функциональным возможностям подводные роботы могут применяться при решении следующих задач:

- поиск и обнаружение движущихся подводных объектов с возможностью определения координат и параметров их движения для принятия соответствующего решения;
- поиск, обнаружение, определение координат и уничтожение (при необходимости) стационарных (позиционных) подводных объектов противника, находящихся на дне или в толще воды;
- поиск, обнаружение и уничтожение подводных диверсантов (террористов);
- поиск, обнаружение, определение координат и обследование и затонувших объектов военной и гражданской техники в целях информационного обеспечения поисково-спасательных действий;
- проведение оперативного мониторинга морской среды в целях ведения и поддержания в актуальном состоянии единых океанографических баз данных;
- выполнение широкого круга задач гидрографических исследований, поиска минеральных и биологических ресурсов.

Автономные НПА в перспективе могут стать одним из ключевых элементов в технологиях скрытного получения и передачи информации в реальном масштабе времени. Здесь преимущества автономных НПА проявляются достаточно сильно, особенно в районах, где действия подводных лодок затруднены или невозможны.

Массовое оснащение РТК позволит существенно повысить эффективность выполнения задач, стоящих перед ВМФ, по обеспечению национальной безопасности Российской Федерации [5]. Генеральной целью этого оснащения должно стать создание морской роботизированной системы (далее - МРС) (рис.1), способной обеспечивать выполнение комплекса тактических, оперативных и оперативно-стратегических задач в морских и океанских зонах. Основными тактическими элементами этой системы будут являться НПА, БЛА и БЭК.

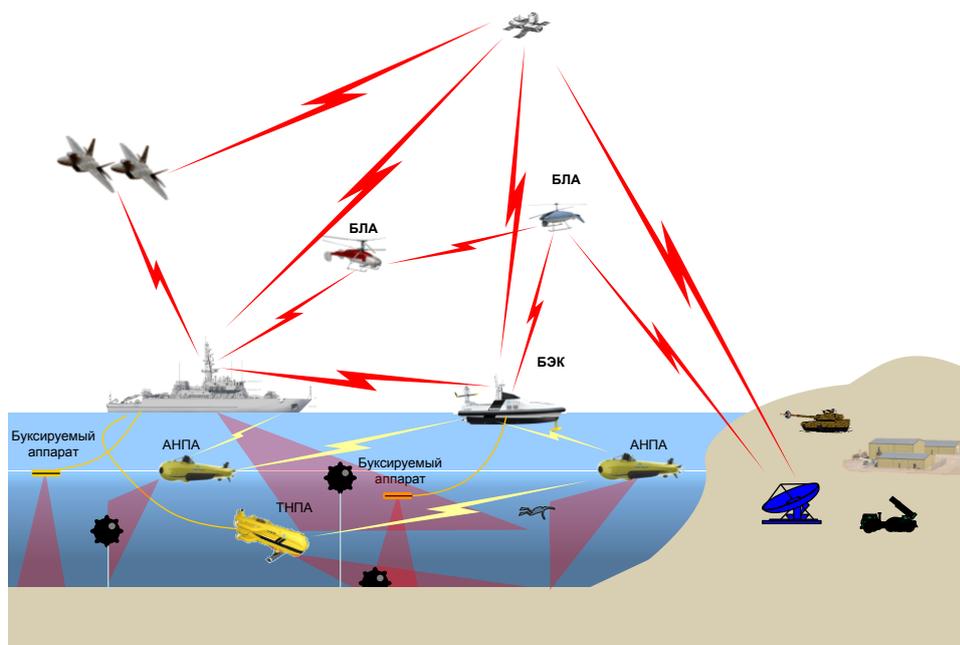


Рисунок 1. Структура морской роботизированной системы.

Приоритетными направлениями развития подводных робототехнических комплексов на современном этапе являются:

- создание многофункциональных НПА со сменной (модульной) полезной нагрузкой;
- создание автономных необитаемых аппаратов-ретрансляторов большой автономности и относительно низкой стоимости;
- создание роботизированных комплексов - спутников нк и пл.

Создание указанных РТК, отвечающих современным требованиям по достижению необходимых уровней эффективности при решении свойственных задач, обязывает предприятия оборонно-промышленного комплекса приложить максимум усилий для преодоления существующих научно-технических проблем в области создания НПА и развития подводных технологий. Так например, повышение отдельных тактико-технических характеристик - автономности действия, дальности эффективного применения, скорости движения РТК (особенно важно при использовании НПА в качестве спутников нк и пл), масс полезной нагрузки в первую очередь зависит от преодоления научно-технических проблем в создании энергоемких и быстро возобновляемых источников питания, экономном расходе энергии составными частями аппарата, эффективности работы модулей движения.

Для обеспечения способности НПА или группы НПА уверенно действовать в неизвестной или недостаточно определенной среде исключительное значение приобретает «интеллектуализация» системы управления аппаратами. И в данной области можно выделить ряд наиболее важных задач, требующих скорейшего разрешения, в их числе разработка:

- 1) эффективных методов навигации, управления и ориентирования в пространстве при неполной или недостоверной информации о внешней среде и состоянии аппарата или группы аппаратов;
- 2) методов диагностирования и идентификации функциональных свойств НПА, обеспечивающих безопасность и живучесть в экстремальных условиях и при возникновении нарушений в выполнении миссий;
- 3) геоинформационной системы (далее - ГИС) накопления и отображения информации для интерактивного управления аппаратом и последующей обработки информации с целью формирования базы данных;
- 4) открытой архитектуры системы интеллектуального управления, поддерживающей комплексное и эффективное решение свойственных НПА задач в автономном режиме в неопределённой среде;

5) мультиагентной системы управления группы РТК в неопределённой среде.

Кроме того, в подводной робототехнике требуется решение научно-технических проблем в области создания высокоточных измерительных средств информационного обеспечения движения, сбора и накопления информации о среде, создания интегрированных систем технического зрения, каналов связи и увеличение ширины их пропускания.

Здесь вполне можно ориентироваться на опыт зарубежных государств, который показывает, что наряду с НПА только военного назначения, в интересах ВМС используются и коммерческие НПА, изначально спроектированные для решения народно-хозяйственных задач (аппараты двойного назначения). Модульная конструкция и открытая архитектура системы управления подобных аппаратов позволяет изменять их полезную нагрузку и вводить необходимое программное обеспечение, что в свою очередь снижает нагрузку на федеральный бюджет в области разработки подводных аппаратов военного назначения.

Говоря о научно-технических проблемах нельзя не сказать и о проблемах нормативно-организационного характера, оказывающих сдерживающее воздействие на развитие подводной робототехники. К ним относятся:

1) отсутствие специализированного сектора (сегмента) в отрасли оборонно-промышленного комплекса, ответственного за создание подводных роботизированных систем различного назначения;

2) отсутствие института Генерального конструктора, ответственного за практическую реализацию государственной технической политики в области развития подводной робототехники, а также соответствующей нормативной базы, регламентирующей его функционирование;

3) отсутствие постоянно действующей (круглогодичной) полигонной базы на территории РФ, оборудованной всеми необходимыми средствами и системами для эффективного обеспечения всего комплекса работ, связанных с испытаниями образцов РТК и практической отработкой тактических приемов их применения;

4) отсутствие системы межведомственного обмена информацией о результатах научных исследований и технологических разработках в области подводной робототехники, что не позволяет исключить параллелизм и дублирование при проведении НИОКР в данной области;

5) несовершенство нормативной базы, как в области создания, так и в области применения робототехнических комплексов.

И в заключении необходимо отметить, что подводные РТК характеризуются высокой востребованностью при решении, как военных, так и гражданских задач. Безусловно, их развитие будет идти с нарастающими темпами. Решение вышеуказанных проблем позволит существенно интенсифицировать развитие подводных РТК, что в свою очередь плодотворно скажется на решении задач в системе обеспечения национальной безопасности Российской Федерации с морских направлений и одновременно создаст условия выхода подводной робототехники отечественного производства на передовые позиции мирового рынка данного класса техники.

Литература

1. Концепция развития глубоководных сил и средств Российской Федерации на период до 2021 года. Утверждено Президентом Российской Федерации 05.12.2006 года, приказ 2112.
2. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 года № 537.
3. The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan. November 9, 2004 // www.navy.mil/navydata/technology/uuvmp.pdf.
4. Основы военно-технической политики Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утверждено Президентом РФ 26 января 2011 года.
5. Военная доктрина Российской Федерации. Утверждено Указом Президента Российской Федерации 05.02.2010 года.