



Издается с 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Корчак В.Ю.</i> К 60-летию Секции прикладных проблем при Президиуме РАН	4
Статьи	
<i>Гурьев Ю.В., Ткаченко И.В., Якушенко Е.И.</i> Компьютерные технологии корабельной гидромеханики: состояние и перспективы	8
<i>Родионов А.А., Хантулева Т.А.</i> Нелокальная гидродинамика и ее приложения	22
<i>Кузьмицкий М.А., Гизитдинова М.Р.</i> Мобильные подводные роботы в решении задач ВМФ: современные технологии и перспективы	37
<i>Коваленко В.В., Корчак В.Ю., Чулков В.Л.</i> Концепция и ключевые технологии подводного наблюдения в условиях сетецентрических войн	49
<i>Дашевский О.Ю., Нежевенко Е.С., Чулков В.Л.</i> Апертурный синтез гидроакустических антенн – основа мобильных гидроакустических систем наблюдения	65
<i>Тарасов С.П., Воронин В.А.</i> Перспективы применения методов нелинейной акустики в технологиях гидроакустического поиска	78
<i>Белогубцев Е.С., Кирюхин А.В., Кузнецов Г.Н., Михайлов С.Г., Пудовкин А.А., Смагин Д.А., Федоров В.А.</i> Проблемы и предварительные результаты испытания систем активного гашения низкочастотных сигналов в водной и воздушной среде	93
<i>Иванов М.П., Степанов Б.Г.</i> Исследование акустического биосенсора дельфина и возможности построения его технического аналога	108
<i>Стародубцев Ю.Д., Надолишняя А.П.</i> История, современное состояние и перспективы служебного использования китообразных в составе биотехнических систем двойного назначения	123
Перспективные направления развития науки и техники	
<i>Арсентьев В.Г., Криволапов Г.И.</i> Некоторые результаты реализации подводных сетевых технологий в СибГУТИ	129
Конференции	135
Поздравляем!	138
Хроника	140
Правила представления материалов в редакцию.....	142

CONTENTS

<i>Korchak V.Yu.</i> To the 60-th Anniversary of Section of Applied Problems at Presidium of RAS	4
--	---

Articles

<i>Guriev U.V., Tkachenko I.V., Ykushenko E.I.</i> Computer Technologies in Marine Hydrodynamics: State-of-the-Art and Perspectives	8
---	---

The basic stages and perspective directions of marine hydrodynamics development are considered. Efficiency of computer technologies in hydrodynamic and engineering analysis is demonstrated. Necessity of their wider use in shipbuilding is substantiated.

Key words: computer-aided technologies, marine hydromechanics, mathematical and physical experiments, multidisciplinary modeling.

<i>Rodionov A.A., Khantuleva T.A.</i> Nonlocal Hydrodynamics and Its Applications	22
---	----

Modern problems of science and engineering lead outside the scope of continuum mechanics. In order to solve the problems a new nonlocal hydrodynamics of nonequilibrium processes had been developed on the base of statistical mechanics using methods of nonlinear operator sets and adaptive control. The allowance for self-organization and selfregulation provides the mathematical model to be completed and results discrete structure spectra and structure transitions in a system. Application of the new approach to problems of flow and wave propagation in condensed media allows the description of the observed effects that have no explanation in the framework of the classical hydrodynamics.

Key words: nonequilibrium process, nonlocality, memory, selforganization, structure, multi-scaling, control..

<i>Kuzmitsky M., Gizitdinova M.</i> Mobile Underwater Robots for the Navy Tasks: Modern Technologies and Prospects	37
--	----

In the article the state-of-the-art review of prospects of mobile underwater robots using for solving some naval problems is resulted: MCM, surveys, ports, harbors and sea borders protection, targeting and underwater surveillance. Possible technologies of the specified problems solving using mobile underwater robotics are considered.

Key words: mobile underwater robot, technical shape, mission, energy source, carriers, problems, technologies.

<i>Kovalenko V.V., Korchak V.J., Chulkov V.L.</i> Concepts and Key Technologies of Underwater Surveillance Systems in Networked Centric Warfare	49
---	----

This paper presents the concept of creation and main features of integrated networked underwater surveillance systems. Several key aspects of such systems variants creation and their features are discussed.

Key words: net-centric warfare; integrated networked underwater surveillance system; sensor networks; distributed network system.

<i>Dashevsky O.Yu., Nejevenko E.S., Chulkov V.L.</i> Sonar Array Aperture Synthesis as a Foundation for Mobile Surveillance Sonar Systems	65
---	----

The paper analyzes the most effective aperture synthesis methods in hydroacoustics. A synthesis method for wide-band signals is suggested. A SynApp program developed for comparative analysis of different methods is described. The results of an experimental study with test signals (generated by the program) and real signals (obtained from a real towed array) are presented. Aperture synthesis availability in hydroacoustics is concluded.

Key words: hydroacoustics, synthetic aperture, flexible underwater towed array, wide-band acoustic signals, real signals.

<i>Tarasov S.P., Voronin V.A.</i> Prospects of Application of Nonlinear Acoustics Methods in Hydroacoustic Search Technologies	78
--	----

In the report the results of theoretical and experimental researches of the nonlinear phenomena in acoustics are discussed. It is shown, that using of these phenomena allows to create sonar devices and integrated systems for underwater and buried objects search, underwater surveillance, mineral and biological resources exploration, ocean environment monitoring. Characteristics of parametrical devices are discussed and results of their applications for solving various problems of hydroacoustics are considered. Ways of sonar means perfection and

principles of their construction using methods of nonlinear acoustics are discussed.

Key words: nonlinear phenomena, nonlinear interaction, parametrical arrays, beam pattern.

Belogubtsev E.S., Kirukhin A.V., Kuznetsov G.N., Mikhailov S.G., Pudovkin A.A., Smagin D.A., Fedorov V.A. Testing of Low Frequency Water and Air Sound Active Cancellation Techniques: Problems and Preliminary Results 93

Active control of low frequency sound vibration is considered. The necessity of solving this problem by active means in consequence of low cancellation effectiveness of passive techniques and means for signals on low frequencies is concluded. The algorithms and techniques development results are discussed for active cancellation of sound signals in water and air medium. The importance of solving this problem to ensure sea objects stealth and maintenance staff environmental safety is concluded. The real opportunity to cancel low frequency discreet components on not less then 8–15 dB and to reduce wide band level on not less then 6...8 dB is demonstrated. It is denoted that discreet frequency components cancellation both increase objects latency hiding and falsify objects classification characteristics.

Key words: Object ADT (armament and defense technology), Active cancelling of inner and outer noises, perceptibility decrease, environmental safety support, discreet receiving and radiating elements, falsification of classification characteristics, designer alternative.

Ivanov M.P., Stepanov B.G. Study of the Dolphin Acoustic Biosonar and Feasibility of Constructing Its Technical Analogue 108

Presented below are the results of experimental studies of the biosensor system of dolphins using acoustic channel for search and identification of underwater objects as well as for orientation in three dimensional space and underwater communications between individuals. The dolphin's (*Tursiops truncatus*) sonar functioning in complicated conditions of acoustic noise of the dolphin sonar is analyzed. It is shown that the basic mechanisms that provide noise immunity of the dolphin sonar are: the radiation of broadband pulses with zero carrier, use of burst (accumulation), burst rate variable repetition (time selection), and burst with interval-time coding. Possible ways of constructing of broadband underwater transducers and arrays capable to radiate acoustic signals similar to echolocation impulses of cetaceans are considered. Analyzed in the paper is functioning of two electrically operated models of broadband transducers: rod with phased excitation of sections and waveguide type transducer in the form of a coaxial set of piezoactive rings. Some results of solving synthesis and analysis problems for the above models of transducers are presented. It is shown that these transducers provide bandwidth, respectively, 1.5–2 octaves and 2–3 octaves and more.

Key words: echolocation signals, the analysis and synthesis of broadband signals, noise immunity, broadband signal, signal without carrier, wideband underwater transducer.

Starodubtsev Yu.D., Nadolishnyaya A.P. History, State-of-the-Art and Perspectives of the Cetaceans Use as a Part of Biotechnical Dual-Purpose Systems 123

Here we present the history of using marine mammals (MM) as humans' assistants, the place and time of the Soviet Navy Aquarium creation, the main tasks of Lomonosov Moscow State University (MSU) involved into the research of dolphins' abilities. We describe the biotechnical system for the underwater search (UwS) creation by MSU, about the active work of the USA on using MM. It is shown that the effectiveness and the economy of UwS using MM is much higher than using divers and technical means. The forecast of biotechnical systems development perspectives is given, and the necessity of creation of the Federal base for working with MM in Russia is pointed out.

Key words: marine mammals, aquarium, oceanarium, office use, biotechnical systems, underwater search, echolocation, training animals, cognitive activities of animals.

Perspective Tendency of Development of Science and Technics

Arsentiev V.G., Krivolapov G.I. Some Results of Undersea Networks Technologies Realization in SibSUTIS 129

This article represents some results, achieved in Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences (SibSUTIS) in research of networks for underwater monitoring. Also, this article reports development and small series manufacturing of the range of unified underwater communication, control and navigation modules. These modules are needed for work in the near-field zone. Now they are used in the University experimental researches in the field of underwater networks technologies. These modules can be used as basis for solution of wide class of underwater researching and manufacturing problems.

Key words: underwater network technologies, underwater communication, control, navigation.

УДК 623.4.01

© В.В. Коваленко¹, В.Ю. Корчак², В.Л. Чулков², 2011

¹Научный Совет по комплексной проблеме «Гидрофизика» при Президиуме РАН, г.Москва

²Секция прикладных проблем при Президиуме РАН, г.Москва

hydrophys@mail.ru

КОНЦЕПЦИЯ И КЛЮЧИВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДВОДНОГО НАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ВОЙН

Изложены концепция создания и основные свойства интегрированных сетевых систем подводного наблюдения. Охарактеризованы варианты построения таких систем и их новые качества.

Ключевые слова: сетецентрические войны, интегрированная сетевая система подводного наблюдения, сенсорные сети, распределенные сетевые системы.

Сетецентрическая война – это новая теория войны в информационный век.

/А. Цебровский/

В основе данной статьи лежит основополагающий материал по новым принципам войн будущего и новым принципам создания систем подводного наблюдения. Сюда включены работы отечественных [1–3] и зарубежных [4–12, 14–19] авторов. Стремлением привести вместо иностранного слова «сетецентрика» эквивалентный по смыслу для рассматриваемого вопроса отечественный аналог объясняется использование словосочетания «Интегрированные сетевые системы подводного наблюдения» (ИССПН).

Существо работы (создание ИССПН) ориентировано на конечные цели. Их две: 1) обеспечение эффективного решения задач противолодочной борьбы (ПЛБ) и 2) обеспечение боевой устойчивости стратегических сил морского базирования. Это наши больные места, характеризующиеся в настоящее время, судя по ряду оценок, неприемлемыми показателями. При этом опыт достижения указанных целей, накопленный в процессе длительных усилий, не дает оснований рассчитывать на серьезное продвижение в решении этих задач тем набором мер, которые имеют место сегодня и которые в соответствии с западной терминологией называются платформоцентрическими. Постановка задачи создания ИССПН с ее конечными целями, кроме своей нацеленности на избавление от больных для страны и флота проблем, обостряет направленность целого ряда элементов концепции, делая их более осмысленными и более взаимосвязанными. Создание системы (в отличие от набора отдельных средств) – чрезвычайно сложная задача, требующая того, что может быть названо системным проектированием. Стоит обратить внимание и на подчеркнутую названием концепции **множественность** ИССПН. Это не одна система в виде оборудования какого-либо района, а целый ряд систем, объединенных общим замыслом.

Характеристика сетецентрических принципов как основы войн будущего. В конце 1990-х годов прошлого века в США появилась новая концепция ведения войн, основанная на **пространственном распределении** сил и средств и на **объединении** (интегрировании) связанных с этими силами и средствами трех функциональных состав-

ляющих (информационные средства, средства управления и средства поражения) [3, 8] (рис. 1). Средством такого объединения являлась **сетевая связь**, а значимость и вес информационных ресурсов, роботизированных элементов был резко увеличен. Таким образом, образовывалась крупная распределенная сложная система, состоящая из всех функционально необходимых для ведения войны элементов (распределенные источники информации, средства управления, оружия и его носителей).

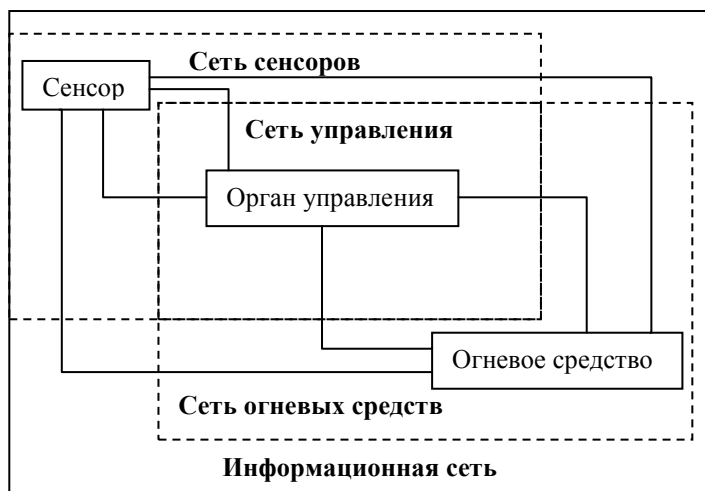


Рис. 1. Сочетание средств наблюдения (сенсоров), управления и поражения как единый организм ведения сетевых войн.

отнесены сети управления, оружие и платформы-носители этого оружия, нельзя. Это противоречит концептуальным основам. В случае же создания отдельных систем необходим учет их связей с указанными другими. Общее представление о сетевых системах подводной войны показано на следующей, широко распространенной в зарубежных источниках иллюстрации (рис. 2).

Данная система является гибкой с возможностью адаптации к условиям среды и оперативно-тактической обстановке. Воевать эта система должна как целое, а не отдельные боевые единицы или их совокупности. Поскольку системообразующим элементом таких систем была **сетевая связь**, они получили название сетевых систем, а войны с использованием таких систем – сетевых войн. Ключевое положение концепции сетевых систем, в частности, сводится к тому, что отделять информационные средства, например систему подводного наблюдения, от двух других составляющих, к которым

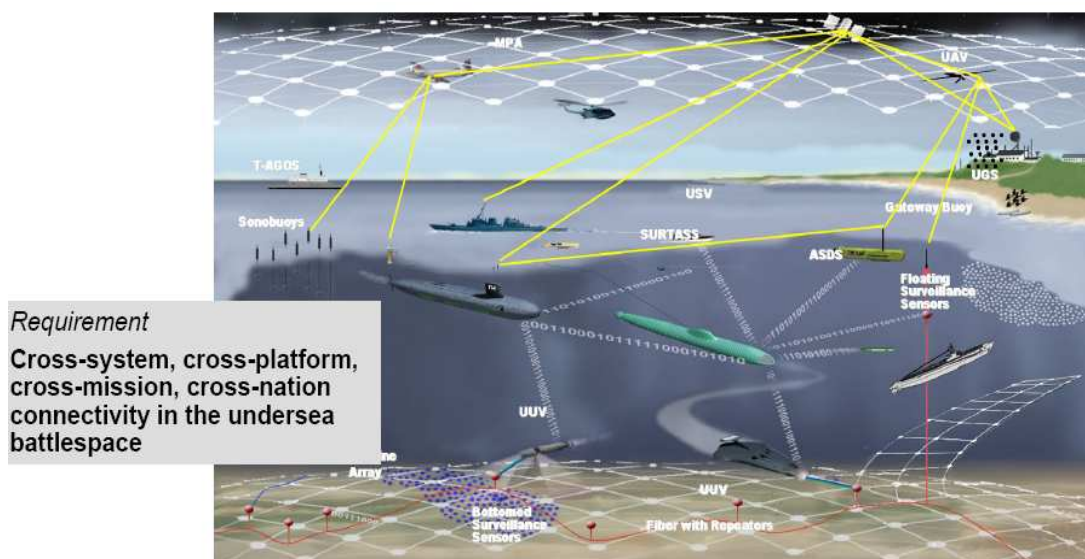


Рис. 2. Представление о подводной сетевых войне, характеризующее ситуацию и противника, на наличие которых надо рассчитывать при создании отечественных морских и связанных с ними средств и систем [9].

Данный рисунок в обобщенном виде иллюстрирует основные черты сетецентрической подводной войны и ее основного инструмента – интегрированных распределенных систем. Это – взаимосвязь элементов, информационные и управляющие ресурсы (различные виды сетевой связи, различного типа сенсоры) и распределенные в пространстве носители оружия (подводные лодки, надводные корабли, авиация и автономные роботизированные подводные, надводные и воздушные средства). Характерным является также отсутствие изолированности морской составляющей в их общесистемном представлении в рамках Вооруженных сил Российской Федерации, включая элементы авиационного, космического и наземного базирования. Это представление отчасти характеризует нашего противника. Надо рассчитывать на то, что именно с таким противником нам придется иметь дело. Однако известные отечественные предложения по созданию систем подводного наблюдения не характеризуют противника никак, если не считать оценок шумности подводных лодок и эквивалентного радиуса как характеристики их отражающей способности. Данная особенность отечественных представлений и разработок, на наш взгляд, может быть объяснена. Структура военно-научных организаций ВС РФ, структура наших планов, заказов и ответственности имеет аналогичные особенности. Задачи наблюдения (или освещения обстановки), кораблестроения, оружия и управления силами формулируются в значительной степени изолированно. Объединение этих задач в рамках отдельных платформ-носителей оружия (корабль, самолет, танк) или стационарных конструкций как-то еще осуществляется, но в рамках более крупных формирований (в данном случае сетецентрических систем) такое объединение более сложно и не очень понятно. Требуется разработка основ сетецентрических войн и соответствующей им трансформации вооруженных сил. Основ, практики и культуры работы со сложными системами сетецентрического характера у нас просто нет (см. также [13]). А ведь синтез именно таких систем под конечные цели и задачи необходим для подготовки к войнам будущего.

Конечно, было бы логичным, чтобы общеконцептуальные вопросы были разработаны предназначенными для этого военными структурами. Трансформация вооруженных сил, включая морскую компоненту, все принципиальные вопросы и особенности развития технических средств, должны прорабатываться под войны и конфликты будущего, с учетом, в том числе, и тех угроз, которые проистекают от **противника нового качества**. В этой ситуации векторы развития в форме концепций и программ, отвечающие на вопрос «что делать» должны были бы задаваться государственными военными структурами. Но, по мнению ряда военных аналитиков [2, 3], в РФ нет соответствующих проработок, нет адекватной доктрины, нет реального движения в направлении подготовки к войнам будущего. Заимствованная иллюстрация (рис. 3) [3], так же как и работа [13], отражает текущее положение дел в РФ. Ее смысл в констатации **опасного отсутствия отечественных проработок по сетецентрике** и отсутствия определенности, в том числе в отношении развития военной техники, к которой, естественно, относятся морские системы наблюдения. Итак,

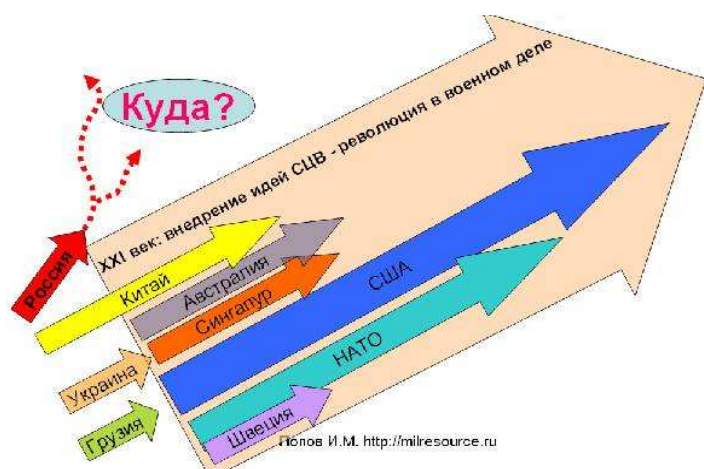


Рис. 3. Иллюстрация, характеризующая отсутствие в России ориентации на подготовку к войнам будущего.

извне, от того, от кого это было бы закономерно, векторы не определены. Вопрос «что делать?» по большому счету остается. И на него нужно отвечать. Достаточно ли того, что и как делается сегодня для сохранения обороноспособности страны?

Характеристика возможностей решения конечных задач на основе существующих усилий. Один из самых общих и принципиальных вопросов, который в свое время был сформулирован в оригинальных зарубежных источниках по сетцентрике, звучит примерно так: является ли «сетцентрика» тем путем, который может обеспечить эффективную ПЛБ и эффективную защиту собственных сил [4]?. Может быть, применительно к рассматриваемым вопросам таким путем является привычное для нас развитие бортовых и стационарных систем в рамках развития гидроакустики и без всяких сетей, без сложной организации, без аппаратов-роботов, без оперативной океанологии и на основе существующей тактики? Отметим еще раз, что противоположные интегрированным сетевым системам по принципам организации системы сегодняшнего дня, основывающиеся на использовании совокупности отдельных средств и носителей и на самообеспечении этих носителей информацией от собственных бортовых средств, были названы за рубежом **платформочентрическими**.

Подтвержденная опытом практической деятельности сил флота **результативность** гидроакустических комплексов подводных лодок (ПЛ) с учетом характеристик своих носителей не смогла в должной мере обеспечить достижение указанных выше конечных целей. Несмотря на это, у ряда специалистов оставалась, и до сих пор остается, надежда на то, что развитие антенн, улучшение обработки данных в гидроакустических комплексах, снижение шумности лодок и помех приему обеспечат эффективное подводное наблюдение. И эта надежда представляется возможностью решения задач борьбы с подводными лодками и повышения боевой устойчивости сил. Однако оснований для таких надежд немного. Расчеты предельных характеристик гидроакустических комплексов (ГАК) ПЛ по подводной цели не позволяют рассчитывать на то, что дальность обнаружения современной малозумной подводной лодки может достичь значений, обеспечивающих успешное решение конечных задач. Вряд ли можно рассчитывать и на то, что схема локализованного в пространстве наблюдателя (бортового комплекса) будет эффективной с точки зрения покрытия наблюдением сколько-нибудь значимой площади в противоположность распределенному, основанному на сетевой организации наблюдателю.

Некоторым подкреплением надежды на достижение значимого эффекта от развития бортовых средств явилась стартовавшая в США в 1995 г. программа ускоренного развития корабельной гидроакустики (ARCI), объединенная с программой развития методов и средств обработки данных (APB). Итоги работ по этим программам примерно за 12-летний период опубликованы в работе [5]. При констатации впечатляющих результатов относительно ранее существовавших возможностей ГАК ПЛ, которые нам обязательно стоит учесть в плане развития ГАК ПЛ (улучшение показателей в разы), т.е. **достаточность** этих результатов для решения **противолодочных задач**, представлена на рис. 4. Из этих материалов следует, что в отношении конкретной конечной задачи (эффективной ПЛБ) развития только бортовых ГАК недостаточно. Причины – в низкой шумности современных подводных лодок как целей, и в слабой организации подводного наблюдения в виде **локального наблюдателя**.

Улучшить работу ГАК ПЛ можно и нужно, но степень достижения этого улучшения очень мала.

В отношении стационарных средств подводного наблюдения есть очевидные соображения. Эти средства **должны стать системными элементами и обеспечивать информацией носители оружия**. Но надо указать и на то, чего нельзя оставить без внимания. В последние годы с позиций сетцентрических принципов усилилась критика ка-

большинства систем из-за длительного времени их развертывания, отсутствия скрытности и уязвимости (недопустимых для военного времени). Это в полной мере касается и современных отечественных стационарных систем подводного наблюдения, и находящихся в разработке. Они должны быть отнесены к системам мирного времени, поскольку современные качества практически исключают применение их в военное время. Оправдано рассчитывать на то, что еще до активной фазы военных действий эти системы будут уничтожены подобно подавлению радиолокации ПВО с применением высокоточного оружия в имевших место прецедентах недавнего прошлого. Так, очевидно, будет, если подход к созданию стационарных систем не изменится на такой, который бы учитывал указанные выше их отрицательные качества. Решение здесь видится на пути использования скрытно развертываемых автономных средств и систем, объединяемых беспроводными линиями связи (акустика, радио), управляемых с мобильных корабельных и авиационных платформ в дополнение к привычным береговым центрам и постам. Ликвидация последних перед активной фазой боевых действий в таком случае уже не будет вести к потере работоспособности стационарных систем в целом.

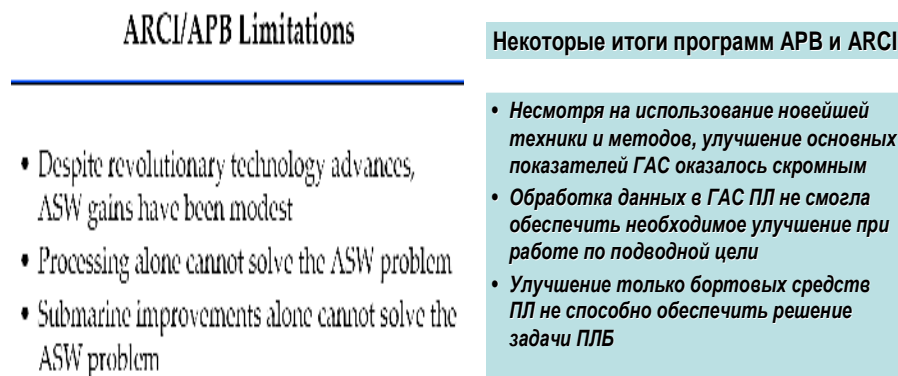


Рис. 4. Некоторые итоги работ по программе ускоренного развития корабельной гидроакустики в США (ARCI/APB) по состоянию на лето 2007 г. Слева – оригинальный текст [5].

Ответ на вопрос о том, на каком пути можно добиться решения задачи эффективной ПЛБ и защиты собственных сил, существует. Этот путь, названный в оригинальных источниках единственным, заключается в создании сетцентрических систем, в том числе систем ИССПН, при условии построения их с соответствующими принципами и критериями, часть из которых уже изложена.

В приложении к задаче ПЛБ сетцентрические принципы создания систем вводят ряд критериев – метрик или показателей эффективности. Одной из наиболее важных метрик является **время между обнаружением цели и ее поражением**. Это, в частности, означает, что создание системы подводного наблюдения в рамках сетцентрических представлений не должно и не может быть конечной целью, так как такая цель оторвана от задачи поражения обнаруженного объекта. Но именно такая особенность имеет место в практике создания отечественных систем. Система подводного наблюдения призвана обеспечить информацией прежде всего платформы с оружием и работать в реальном времени с системой управления и системой оружия. Сокращение указанного времени в рамках сетцентрики является незыблемым правилом концептуального плана.

Всякого рода привычные связи и цепочки действий типа «удаленная стационарная (или мобильная в виде специализированного корабля) система наблюдения – региональный информационно-аналитический центр (РИАЦ) – КП флота – принятие решения – задействование сил – носителей оружия – вторичный поиск, обнаружение, классификация – сопровождение – целеуказание оружию – уничтожение цели» противоречат прин-

ципам создания современных систем. То же можно сказать и о комбинациях типа «поиск – допоиск», «наведение сил по данным от специализированных средств освещения обстановки», «обнаружение – вторичное обнаружение» и т.д.

Вторая из упомянутых конечных задач – задача защиты стратегических сил морского базирования или иных сил и объектов (например, десантных кораблей-вертолетоносцев типа «Мистраль») – также решается на пути использования ИССПН (рис. 5). Другого варианта нет. В основе решения лежит принцип: **ИССПН защищает от обнаружения охраняемые силы**. Противник обнаруживается и уничтожается по необходимости заблаговременно, пока не начнет представлять опасность для охраняемых сил. При этом требования к шумности собственных, охраняемых подобной системой подводных лодок в разумной степени могут быть снижены. Задача снижения акустической заметности отечественных подводных лодок всегда была и остается сейчас особо сложной. Это еще одно болезненное и уязвимое место отечественного подводного флота. Сетецентрические принципы позволяют решить указанным способом эту трудную и чрезвычайно важную задачу.

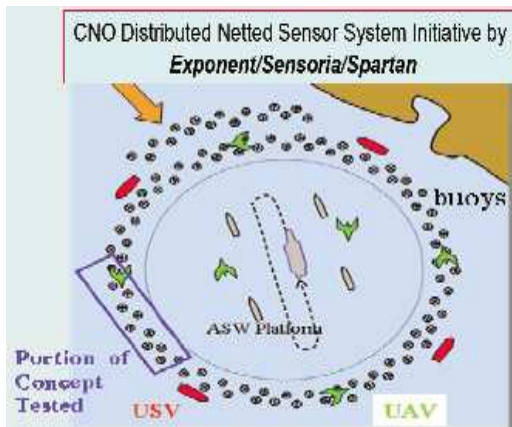


Рис. 5. Принцип защиты собственных сил специально организованной сетевой системой подводного наблюдения и целеуказания [22].

Сказанное выше призвано пояснить, почему так важно рассмотреть каждый носитель оружия в информационной системе и системе управления. Информационные ресурсы, включая стационарные и разворачиваемые средства, должны обслужить носители оружия в реальном времени. Подчеркнем, что стационарные системы в этом смысле являются не самостоятельным, а подчиненным этой задаче образованием и данное положение в очередной раз входит в противоречие с существующей в РФ практикой. Заметим также, что противостояние традиционных (платформоцентрических) средств и систем, а также сетецентрических **однозначно** оценивается в известных источниках как результат в пользу последних. Шансов выиграть у традиционных систем, по-видимому, не будет.

Утвержденная в 2005 г. в ВМС США «Концепция ПЛБ-операций» переводит сказанное в плоскость практически реализуемых директив. На рис. 6 представлен дословный перевод фрагмента этого документа [24]. Обращает на себя внимание акцент на действия сил флота в прибрежных акваториях.

Как видно, речь идет об основных, наиболее существенных аспектах развития ПЛБ в части систем и методов (тактики). На первом месте – установка на создание «повсеместно»

Ряд выводов в отношении **новых качеств**, появляющихся при переходе от платформоцентрических к сетецентрическим принципам подводного наблюдения в концентрированном виде содержится в соответствующих оригинальных источниках (см., например, [15]:

- достигается сокращение времени реакции цепи «сенсор–оружие», которое обеспечивает критичное ко времени целеуказание;
- формируется общая картина обстановки, являющаяся основой воздействия на цели;
- впервые за счет совместного использования информации от множества сенсоров потенциально обеспечивается устойчивость своей платформы (ПЛ, НК) в боевом пространстве.

стного, постоянного освещения подводной обстановки и соответствующих сетевых средств, применительно к прибрежным акваториям».



Предложения по развитию распределенных, объединенных сетевыми средствами систем ПЛБ

1. Создание повсеместного, постоянного освещения обстановки и сетевых средств, достаточных для получения необходимых знаний о прибрежных акваториях.
2. Необходимы расширение и последующая замена существующих сил на силы с распределенными свойствами и концентрированным воздействием:
 - достижение расширенных возможностей посредством распределения боевой мощи между обитаемыми и необитаемыми платформами- надводными и подводными;
 - обеспечение допустимой степени риска и необходимой устойчивости;
 - обеспечение достаточного числа и скорости для быстрой концентрации сил по необходимости или требованию.
3. Создание сетевых сил противолодочной борьбы (ПЛБ) для распределения информации (знания) и проведения основанных на сети (сетевых) операций, задействующих:
 - распределение сил, повышение их скрытности и занятия позиций на безопасном удалении;
 - атака противника непредсказуемыми им силами с элементами неожиданности, временного преимущества и пространственной распределенности;
 - более быстрые распределенные решения на операции и применения оружия.
4. Эксплуатация возможностей от «тактической нестабильности» оборонительного противодействия и уязвимости противника- разрушение, нарушение координации команд и управления и уничтожение ключевых, наиболее опасных и несконцентрированных сил.

См. «Концепция ПЛБ–операций» Начальника оперативного управления ВМС США, 2005 г.

Рис. 6. Выписка из утвержденной в 2005 г. «Концепции ПЛБ-операций» ВМС США [24].

Далее ставится задача расширения и изменения структуры сил ПЛБ так, чтобы они обладали свойствами пространственного распределения с возможностью быстрой концентрации для решения поставленных задач. Изменения структуры ПЛБ–сил включают создание новых классов платформ и значительное развитие автономных необитаемых роботизированных платформ-аппаратов. Последние должны работать в различных средах (в том числе под водой). Должно быть обеспечено распределение функций между обитаемыми и необитаемыми платформами, а также установление разумного их сочетания. Противолодочные силы должны быть построены так, чтобы риск для обитаемых платформ не превысил допустимого значения и чтобы они обладали необходимой боевой устойчивостью. Далее ставится задача создания сетевой структуры самих сил ПЛБ так, чтобы информация об обстановке и окружающей среде доводилась до всех участников операций, и так, чтобы сами операции осуществлялись скоординировано, на основе полученного общего знания.

Названные положения образуют фундамент новой тактики. Дуэльная ситуация двух противодействующих подводных лодок практически исключается, если не считать намеренного ее создания или редких случайностей. Действующая как элемент системы подводная лодка, знающая к тому же обстановку, всегда будет занимать позицию «на безопасном удалении» и вести себя так, чтобы не подвергаться риску. Поведение же ПЛБ будет в значительной степени определяться решаемой задачей. Прямым следствием такой организации ПЛБ является возможность «атаки противника непредсказуемыми им силами с элементами неожиданности, временного преимущества» и с разных пространственных точек. Это, очевидно, касается атаки разных целей без помех и противодействия. В частности, это касается атаки подводной лодки или надводного корабля противника, а также береговых объектов. Прямым следствием такой организации ПЛБ будут

чрезвычайно быстро принимаемые решения «на операции и применение оружия». Одним из самых интересных из сформулированных положений (рис. 7) новой ПЛБ является «эксплуатация возможностей от тактической нестабильности (tactical instability) оборонительного противодействия и уязвимости противника». Здесь предполагается, что в условиях дефицита информации и ограниченных сил при использовании тактических приемов послевоенного периода (что характерно для РФ) противник, столкнувшись с новой ПЛБ, не будет знать, что делать. Отсюда тактическая нестабильность. Старая тактика в новых условиях работать не сможет. Имея дефицит информации, противник не сможет вести себя по-другому, кроме как обороняться, и, конечно, будет уязвим.

Будущая война – противоборство систем. Подводная война. Итак, создание сетцентрических систем, в том числе ИССПН, представляется путем безальтернативным и требующим учета ряда концептуальных принципов. Ранее уже говорилось: одним из таких принципов является положение о том, что воевать предназначена система, а не совокупность отдельных сил и средств. В предположении создания нами такой системы или ее части в виде ИССПН **противоборство будет происходить не между отдельными единицами сил, а между системами**, включающими различные элементы. Объектами применения силы (целями) при этом будут различные элементы систем, а не только платформы-носители оружия, в частности подводные лодки. Такой сценарий за рубежом получил название подводной войны [15, 17]. Кроме кораблей и подводных лодок объектами воздействия будут подводные аппараты, вся инфраструктура подводного наблюдения, включая активные и пассивные средства, элементы передачи данных и команд управления (кабельных и беспроводных), мины и противоминные средства, другое оружие. Ситуация **конфликта** или войны систем потребует особой оценки противника, особого сценария конфликтов, разработки новой тактики, оценки и самого процесса **противоборства**. Применительно к использованию акустических средств наблюдения широко распространенным уже и абсолютно не тронутым в РФ является понятие «акустической сетевой войны» (рис. 7).

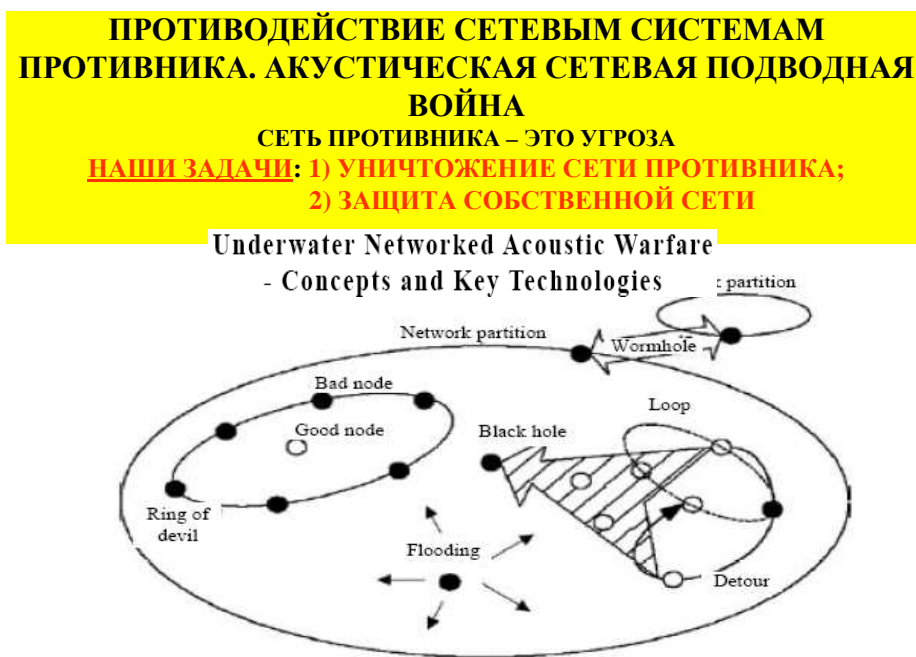


Рис. 7. Постановка задачи разработки технологии противоборства (противодействия) сетевым системам подводного наблюдения противника [19].

Это логически неизбежная работа, в том числе в рамках создания ИССПН. По содержанию она является характерной при разработке аналогичных систем в других странах [19]. Там им посвящаются отчеты и диссертации. На рис. 7 показан известный из литературы «акустический срез» такого противодействия, несомненно имеющего более широкий смысл. Повторим, что затронутые вопросы противоборства систем пока не воспринимаются в РФ в качестве концептуально необходимой постановки задачи.

К сказанному важно добавить несколько слов о смысле предполагаемого противодействия, или **войны систем**, в той его части, который связан с ИССПН и в увязке с ранее отмеченными тенденциями. Итак, оппонентом явно поставлена задача нейтрализации, в числе прочего, наших средств освещения подводной обстановки. Примером-аналогом таких действий является уничтожение радиолокации ПВО страны, против которой совершаются военные действия. Это значит, что еще до начала активной фазы военных действий определено и в первую очередь будет уничтожено то, что известно, где находится. Будет уничтожено также то, что себя обнаруживает или легко обнаруживается, а также то, что заблаговременно выявлено. По-видимому, к таким объектам следует отнести прежде всего стационарные кабельные системы с береговыми постами и РИАЦ. К уязвимым в этом смысле системам, в соответствии с ранее сказанным, мы относим те, что содержат кабельные линии передачи данных. Очевидно, уязвимыми будут стационарно установленные активные источники «подсветки». Отмеченные уязвимые объекты являются одновременно указанием на правильную в концептуальном отношении постановку задачи. **Одна из задач**, которую надо иметь в виду, заключается в том, чтобы при создании ИССПН и отдельных средств мы учитывали названные обстоятельства, связанные с уязвимостью собственных средств, и предусматривали защиту собственной системы. **Другая задача** включает нейтрализацию сетевых средств подводной войны противника.

Концептуальные принципы создания «Интегрированных сетевых систем подводного наблюдения». Перейдем к концептуальному замыслу создания ИССПН в РФ. Блок-схема ядра этой концепции и соответствующей ей программы приведена на рис. 8. У представленной концепции есть ряд важных принципиальных и присущих именно ей черт. Одни из главных – те, которые касаются выходных результатов предложенных работ. Прицел на конечный результат рассматривается здесь в качестве важнейшего элемента концепции. При этом в соответствии с принципами создания современных сетевых систем акцент делается на их информационно-боевой характер. Каждый носитель оружия рассматривается как элемент этих информационно-боевых систем. Содержание работ, в том числе касающихся носителей оружия, представлено в виде блок-схемы.

Это блоки: «подводная лодка в системе», «надводный корабль в системе». При рассмотрении в качестве носителя оружия летательного аппарата блок-схема дополняется соответствующим элементом «авиационный носитель в системе». Каждая подсистема или средство тоже рассматривается как системный элемент. Она представлена блоками: «стационарные средства в системе», «развертываемые средства в системе». Все работы взаимно увязываются без элементов дублирования. Единая работа по созданию ИССПН разделяется на составные взаимосвязанные части. Каждый блок представляется набором НИОКР. В нем выделяется ОКР, нацеленная на получение выходного продукта соответствующего блока. Например, блок «подводная лодка в системе» представляется в виде комплекса НИОКР, включающего следующие работы. Прежде всего здесь предусматривается НИР, нацеленная на разработку облика вариантов перспективных ПЛ как элементов ИССПН. Эта же НИР предусматривает разработку облика и состава систем подводного наблюдения, связанных с применением атомных (стратегических, многоцелевых) и дизель-электрических ПЛ для решения поставленных задач в условиях современной войны. Выходная ОКР нацелена на разработку системы ИССПН-ПЛ, включая интегри-

рованное сочетание бортового и забортного оборудования, представленного автономными подводными аппаратами различного назначения, дистанционно управляемыми аппаратами, различными разворачиваемыми приборами и стационарными системами, а также средствами подводного наблюдения как первичными источниками информации. Однако для успешного получения указанного выходного продукта блок должен включать еще ряд работ. В частности, должен измениться ряд корабельных конструкций. Должна быть предусмотрена разработка оборудования для скрытного развертывания, возвращения и обслуживания мобильных и позиционных элементов ИССПН-ПЛ, осуществляемых ПЛ. Разработка интегрированной системы управления ПЛ, рассчитанной на бортовые и внешние источники информации о подводной обстановке и об окружающих условиях, осуществляющей формирование общей тактической картины и принятие тактических решений, также является необходимой составной частью работ данного блока. Иллюстрация состава находящейся в разработке зарубежной системы ИССПН-ПЛ (PLUSNet) представлена на рис. 9. Интеграция оборудования SSGN включает модуль полезной нагрузки для средств наблюдения и концепцию универсального запуска и возвращения аппаратов.

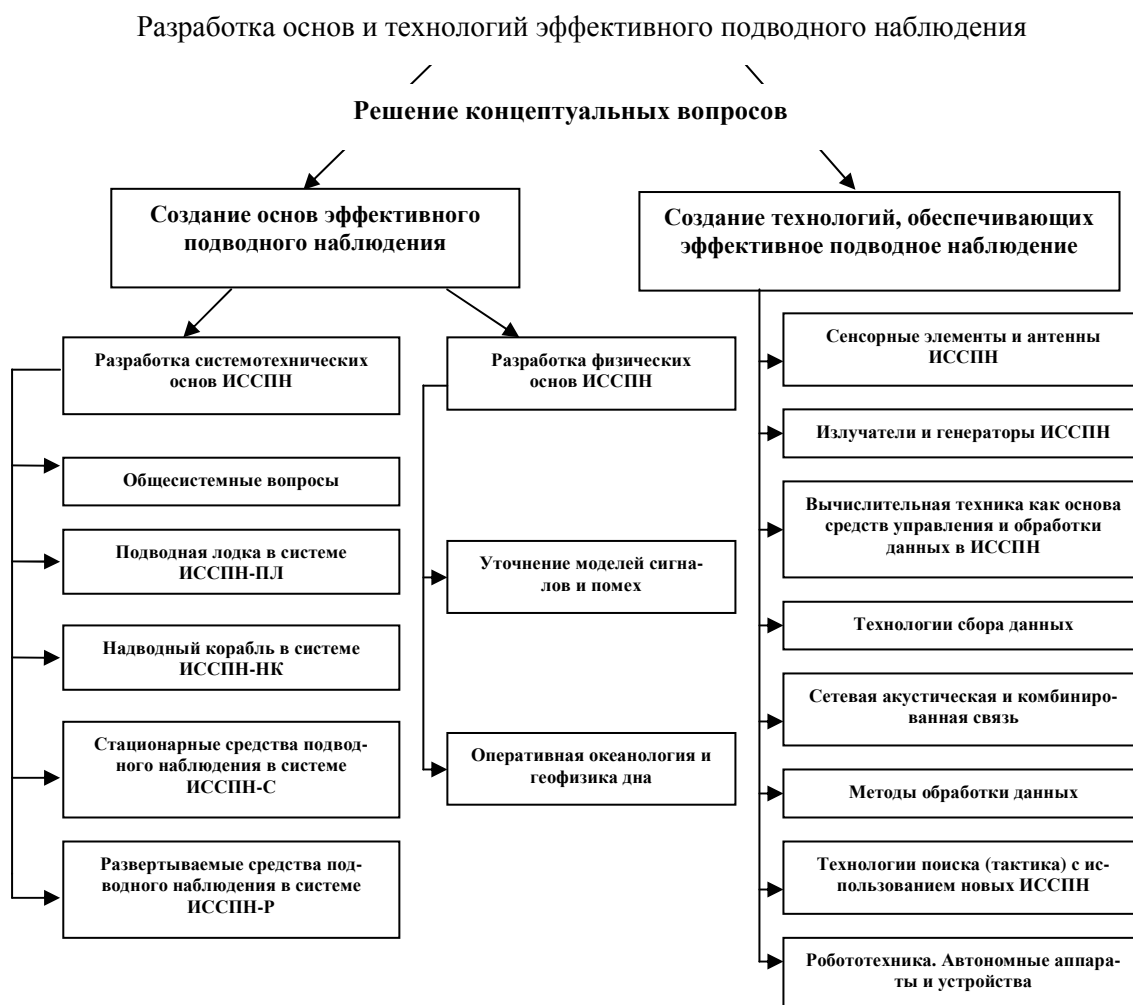


Рис. 8. Блок-схема концепции и содержания программы создания ИССПН.

Аналогично сформирован блок «надводный корабль в системе» (ИССПН-НК) с ориентацией на корабли, имеющие противолодочные и противоминные функции. Принципы формирования блока НИОКР «стационарные средства в системе» (ИССПН-С)

упоминались выше. При соблюдении этих принципов может быть создана «Модульная барьерно-сетевая сенсорная инфраструктура акустических и неакустических средств для мелкого моря». Такая система должна управляться с берегового и мобильного постов, осуществлять первичное обнаружение подводных целей и предусматривать работу в зональном мультистатическом режиме с внешними источниками подсветки.

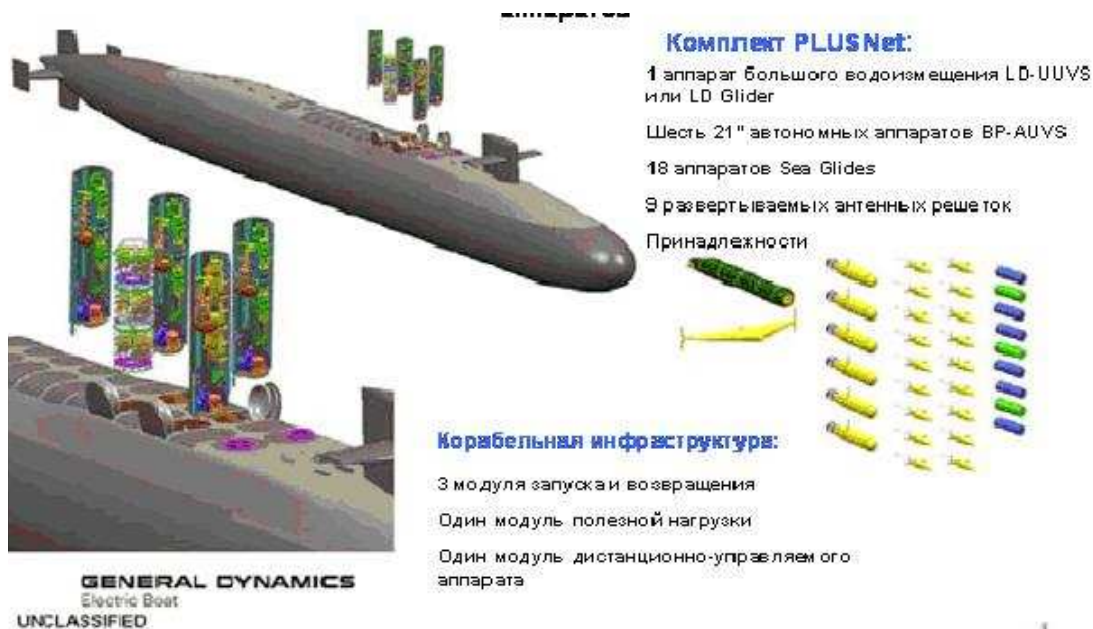


Рис. 9. Подводная лодка – носитель интегрированной системы подводного наблюдения [23].

Важным концептуальным принципом создания сетевых систем в целом и ИССПН в частности является создание **быстро разворачиваемых** (автономных) информационных средств как основных средств военного периода и ведения подводной войны. Концептуально чрезвычайно выраженной является неразделимость создания таких средств и платформ-носителей. Это, как самолетная противолодочная система. Она имеет заборные разворачиваемые приборы, бортовую часть сбора, обработки данных и управления, приборы, обеспечивающие разворачивание. А в корабельном варианте – это еще и средства возвращения заборных устройств, их обслуживания. Нельзя эти, функционально связанные устройства единого организма разделять. Нельзя создавать автономные позиционные средства в отрыве от создания их носителей, как это имеет место у нас в настоящее время. Блок предлагаемой концепции и программы, связанный с быстро разворачиваемыми средствами, осознанно сформирован не изолированным (самостоятельным), а принципиально системным – «**Разворачиваемые средства в системе**» (ИССПН-Р). Пример универсальной автономной разворачиваемой гидроакустической станции приведен на рис. 10, 11. Разработанной концепцией и соответствующей ей программой предусмотрен комплекс работ по быстро разворачиваемым средствам как системным элементам. В него вошли ОКР, на выходе которых должен появиться ряд средств и систем с новыми качествами. Центральная ОКР этого блока предполагала создание «ряда позиционных унифицированных вариантов быстро разворачиваемых цифровых акустических и неакустических станций нового поколения, приспособленных для постановки с корабельных и авиационных платформ и для работы в сетевой системе передачи данных и управления».



Рис. 10. Современная разворачиваемая активно-пассивная гидроакустическая станция в сложенном виде [26].



Рис. 11. Современная активно-пассивная станция в процессе разворачивания [26].

Объединение ИССПН в единую конструкцию или ее частные варианты при различных сочетаниях составных элементов связано с работой по созданию **управляющего контура** (см. рис. 1).

Один из главных концептуальных принципов создания сетевых систем заключается в совместном развитии научной, методической, технической и технологической основ будущих систем. В частности, в США официально объявлено о совместных разработках основ сетевых систем в области науки, техники и тактики [15]. Обращает на себя внимание ускоренное **развитие новых тактических приемов использования ИССПН**. Речь идет о том, что за рубежом названо «организацией сенсорных сетей» и «сетевым поиском», отнесенными к тактическим приемам. Вопрос об оперативно-тактическом использовании ИССПН, о решении ряда новых задач этого плана неизбежно должен быть поставлен в рамках создания ИССПН. К этому ряду должна относиться разработка в рамках создания интегрированной системы управления аппаратуры, осуществляющей оптимизацию процедуры поиска подводной цели по данным от средств оперативной океанологии, в том числе с использованием бортовых средств в сочетании с внешними устройствами.

Мы коснулись **оперативной океанологии. Это важнейший вопрос**. Он должен быть отнесен и к физическим основам, и к необходимым технологиям. Применительно к подводной среде текущее (**не усредненное** на основе баз гидрологических данных, **а текущее**) оценивание свойств этой среды, обеспечиваемое **инструментарием оперативной океанологии**, является одной из основ новой тактики и маневрирования, на которой может быть улучшена скрытность ПЛ. Эта основа, в частности, определяет расстановку быстро разворачиваемых средств наблюдения. Текущее оценивание, точнее оценивание **пространственно-временной изменчивости свойств среды**, является платформой **оптимизации эффективности** средств подводного наблюдения и ряда алгоритмов обработки данных. Усредненные характеристики, содержащиеся в базах гидрологических данных, не обеспечивают указанных новых качеств. Систему оперативной океанологии нужно создать и отработать в районах использования. Для этого необходимо выполнить: разработку **модели** по месту; **синтез измерительной океанологической системы** для получения данных, усваиваемых моделью; **экспериментальные исследования** и стыковку океанологической системы с другими элементами ИССПН.

Такой, направленный на создание **работающей системы оперативной океанологии** комплекс работ по оцениванию состояния окружающей среды в реальном времени и

по месту, предусмотрен и в концепции, и в базовом содержании программы. Данный блок исследований должен включить также работы по геофизике дна и поверхностным эффектам, что, собственно, и является разработкой одной из новых технологий. Надо иметь также в виду то, что **перспектива постановки работ по оперативной океанологии в том смысле, как ее понимает мировое сообщество, в РФ находится на грани реализуемости**. Сложнейший в научном и технологическом отношении вопрос сегодня еще может быть поставлен и развит в России. И задел есть убедительный. Но создателей и носителей этих знаний осталось критически мало. Дальнейшая потеря времени чревата выходом на необратимость ситуации. Если сегодня не понять важности этого вопроса и не поставить его должным образом, можно полностью лишиться одной из самых принципиальных в концептуальном отношении основ ИССПН.

Несколько слов о сенсорных элементах и антеннах, специфических для ИССПН. Внешние по отношению к ПЛ и НК распределенные в заданных акваториях развертываемые средства получения информации являются, как уже было сказано, характерной чертой современных сетевых систем наблюдения. Это акустические и неакустические приемники. Их характеристики зависят от условий применения и конкретной решаемой задачи. Наиболее распространенная группа – **новое поколение** легких, малогабаритных и дешевых **расходуемых** цифровых приборов, например таких, как авиационные буи, но с предельно низким энергопотреблением, приемо-передатчиком акустической связи, с получением **текущих** данных о состоянии среды, встроенной первичной, довольно сложной обработкой, учитывающей условия распространения, и с широким использованием комбинации акустических приемников давления и векторных. Общее количество таких приемников в системе ИССПН (в отличие от современных авиационных буев) велико и может достигать значений нескольких тысяч штук. Одно из главных качеств приборов этой группы заключается в удобстве и скорости развертывания. Характерно скрытое развертывание этих приборов. Время жизни приемного поля является предметом особой заботы. Сейчас оно выражается временным интервалом – около месяца. При том что устройство этой группы не отличается особенно высоким потенциалом, имеет место стремление его увеличить за счет встроенной обработки и применения векторных приемников. Существует несколько современных разновидностей этой группы и для мелкого, и для глубокого моря.

Обработка данных, специфическая для ИССПН. Представляется, что при системной постановке задачи на этот вопрос необходимо обратить особое внимание. Нелогично, что при создании ИССПН как распределенной системы обработка данных будет рассматриваться применительно к ГАК ПЛ или какой-либо отдельной станции, которая конечно, имеет отношение к созданию ИССПН, но не прямое. Специфической для ИССПН является обработка данных от полей распределенных приемников (наблюдательной сети) (рис. 12) или в системе распределенных приемников и излучателей.

Вся первичная обработка, включая направленную на обнаружение и классификацию цели, осуществляется внутри каждой станции, что принципиально сокращает объем подлежащих передаче данных. Однако во всех сенсорных сетях есть специфическая для них как для распределенного наблюдателя, задача. Это – объединенная сеть совокупности сенсоров (**Collaborative Signal Processing**). Такая обработка направлена на оценку траектории цели, ее селекцию от ложных контактов (подтверждение обнаружения) и окончательную классификацию (рис. 13).

Попутно отметим важную концептуальную особенность ИССПН. Как правило, первичное обнаружение в рамках ИССПН стараются обеспечить в пассивном режиме и только потом и специфическим образом задействуется активный режим для обеспечения устойчивой зональности, целеуказания и применения оружия.

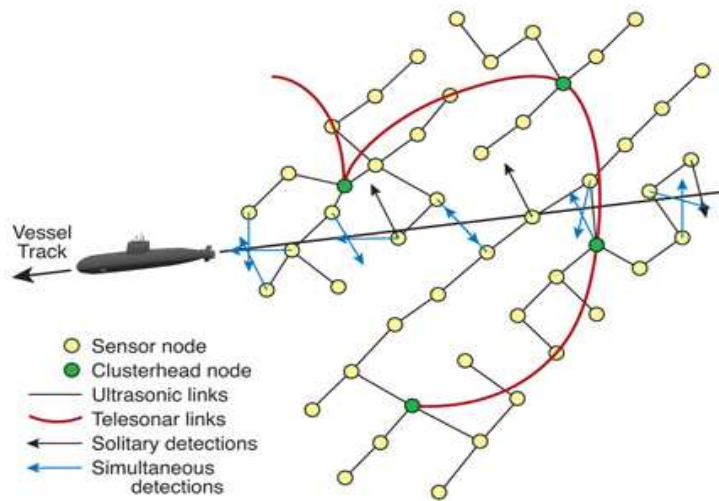


Рис. 12. Наблюдательные сети – основа ИССПН.

При проходе цели через наблюдательную сеть формируются информативные пространственно-временные данные, которые должны быть представлены и обработаны совместно [25].

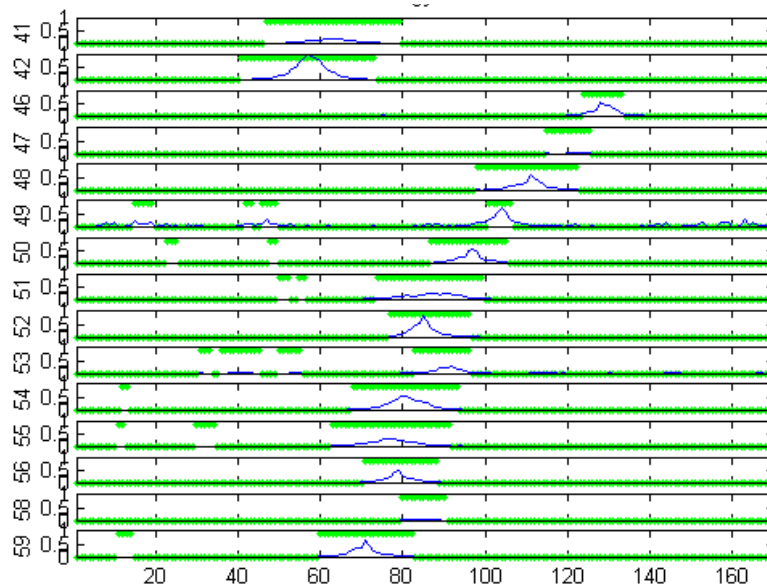


Рис. 13. Пространственно-временные данные, полученные в результате первичной обработки в элементах наблюдательной сети и представленные в объединенном виде. По оси абсцисс – время; по оси ординат – номер (местоположение) элемента наблюдательной сети [15].

Из важных в концептуальном плане фрагментов общего замысла отметим еще подводную робототехнику. В зарубежных источниках можно найти дорожную карту развития распределенных морских сетевых систем с характеристикой принципиальных, привязанных ко времени этапов (рис. 14). Во многом характеристика этих этапов связывается с количеством, качеством и специализацией робототехнических систем. Эти характеристики приобрели смысл показателей качества распределенных сетевых систем в целом или их индикаторов. Причем внедрение робототехники планируется во все отмеченные выше элементы сетевых систем: наблюдательную сеть, сеть управления и оружия с его носителями. Применительно к наблюдательным сетям ИССПН робототехнические устройства предназначены быть мобильными носителями средств наблюдения и средств системы получения текущих данных об окружающих условиях.

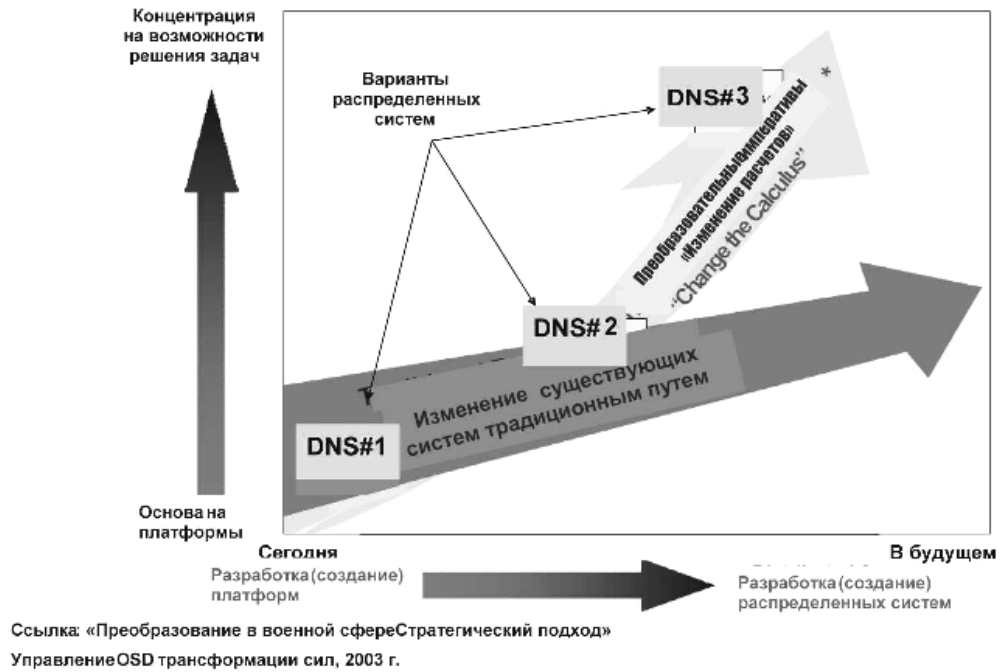


Рис. 14. Представление о многоэтапном эволюционном развитии распределенных сетевых систем (DNS) [9].

Пример разработок сегодняшнего дня представлен на рис. 15. Здесь представлен перспективный носитель-планер-носитель собственных бортовых и буксируемых средств наблюдения.

На рисунке изображен представитель многочисленного семейства подводных аппаратов – носителей гидроакустических средств и средств связи. Это роботизированные средства с интеллектуальным управлением.

К сказанному нужно добавить следующее. Зарубежная практика показала, что, несмотря на наличие геолого-геофизических баз данных по дну, избежать детального картирования и доуточнения свойств дна с помощью высокочастотной гидролокации не удастся. Вопросы такого картирования, вопросы борьбы с системами противника (уничтожители средств сети оппонента, средства развертывания собственной сети и средства возвращения ее отдельных элементов) – это задачи подводной робототехники. В концепции создания ИССПН данные вопросы нашли свое точное место.

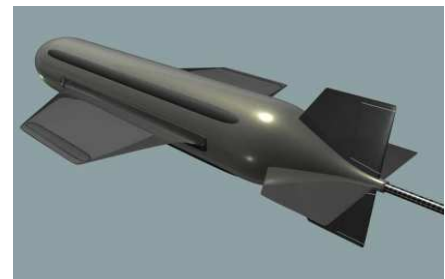


Рис. 15. Перспективный подводный аппарат-планер-роботизированный мобильный носитель средств наблюдения и связи [21].

Предложенная концепция и содержание соответствующей программы работ являются по существу безальтернативными. Надо вступать на этот путь. Оставлять все, как есть, нельзя. Это будет означать уменьшение сопротивляемости РФ современным военным угрозам. А то, что уже сделано или находится в разработке, надо учесть и встроить в новую направленность работ.

Литература

1. *Шеремет И.А.* Компьютеризация как путь к победе в вооруженной борьбе. Независимое военное обозрение. 2005. № 11.
2. *Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю.* Развитие военных технологий 21 века: Проблемы, планирование, реализация. Тверь: изд-во «Купол», 2009.
3. *Попов И.М.* Война будущего: взгляд из-за океана. Военные теории и концепции современных США. М.: Транзиткнига-АСТ-Астрель, 2004. (см. также <http://milresource.ru>)
4. C4ISR for Future Naval Strike Groups // National Academies Press, Washington, 2006.
5. *Schuster J.* Recent Progress in Submarine Sonar, 2007.
6. Joint Vision 2010 1996.
7. Joint Vision 2020 2000.
8. *David S. Alberts, John J. Garstka, Frederick P. Stein.* Networked Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority // CCRP Publications Series. 2nd Edition. 1999.
9. *Corriveau P.J.* Next Generation Undersea Warfare. Naval Undersea Warfare Center (NUWC), Naval Sea Systems Command (NAVSEA). Rhode Island, February, 2006.
10. *Cares J.R., Christian R.J., Manke R.C.* Fundamentals of Distributed, Networked Military Forces and the Engineering of Distributed Systems. NUWC-NPT Technical Report 11,366, Naval Sea Systems (NAVSEA). Rhode Island, May, 2002.
11. *Klingbeil R., Shannon J.* Analysis of Network-Enabled ASW Concept of Operation // The 2004 Command & Control Research and Technology Symposium «The Power of Information Age Concept and Technologies». 2004.
12. *Cebrowski A., Vadm K., Garstka J.J.* Network-Centric Warfare, It's Origin and Future // Proc.US Naval Institute, January 1998. P.28–35.
13. *Макаров Н.Е.* Выступление в Академии военных наук 26 марта 2011 // Военно-промышленный курьер. ВПК. 2011.№ 12 (378).
14. *Cebrowski A.K.* A Focus on Fundamental Principles. http://www.navyleague.org/seapower/focus_on_fundamental_principles.htm.
15. *Mies R.W.* Adm (Commander in Chief, US Strategic Command) // Science, Technology and Tactics – A Magical Marriage. 2006.
16. *Landay W.E.* Radm. Unmanned Systems are the Key to Changing the Face of Warfare. Sea Technology, November, 2005.
17. *Edward C. Whitman.* Submarines in Network Centric Warfare, Navy League of US, 2005.
18. Forward ... From the Sea. US Naval Institute Proceedings, December, 1994. P.46–49.
19. *Yangze D., Pingxiang L.* Underwater Networked Acoustic Warfare—Concepts and Key Technologies // The 9th Western Pacific Acoustic Conference. Seoul, Korea, June 26–28, 2006.
20. *Yu Hen Hu.* Wireless Ad Hoc Sensor Networks: An Overview, Presented at CVGIP'03, 2003.
21. *Martin D.L.* Autonomous Platforms in Persistent Littoral Undersea Surveillance, APL UW, 2005.
22. *Corriveau P., Muench J.* Center of Excellence in Underwater Technology, NAVSEA Warfare Center, Feb. 21, 2007.
23. *Stewart M. S., Pavlos J.* A Means to Networked Persistent Undersea Surveillance (U). Submarine Technology Symposium (STS), Session 5. 2006.
24. U.S. Navy Exploring New Concepts, Procurement Pories for ASW, Defense Industry Daily, October, 2005.
25. Autonomous Underwater Surveillance Systems for Coastal Waters, DRDCAtlantic, 2008.
26. HELRAS DS-100, L3 Communication, 2007.

Статья поступила в редакцию 26.05.2011 г.

