

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК Научный совет по проблемам фундаментальной и прикладной гидрофизики		№ 4 (6) 2009
--	---	--

**Сборник научных трудов
Издается с 2008 года**

СОДЕРЖАНИЕ

Статьи

<i>Клячкин В.И.</i> Информационная интеграция гидрофизических и гидроакустических полей.....	4
<i>Левин И.М., Долин Л.С., Франгузов О.Н., Родионов М.А., Осадчий В.Ю., Савченко В.В.</i> Глубинные профили гидрофизических параметров в Баренцевом море применительно к проблеме лидарного зондирования.....	16
<i>Зимин А.В., Николаев В.Г., Родионов А.А.</i> Внутренние волны и их проявления на морской поверхности во время приливного цикла в Белом море.....	25
Итоги Первой конференции молодых ученых и специалистов «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» (МАГ-2009).....	30
<i>Каган Б.А., Софьина Е.В.</i> Сезонная изменчивость приливной волны M_2 в Северном Ледовитом океане.....	31
<i>Силина Т.А.</i> Алгоритмы комплексирования информации в системе подводного наблюдения, построенной по сетцентрическому принципу.....	38
<i>Семенов Н.Н.</i> Определение курсового угла подводного объекта по одному наблюдению при использовании сложного сигнала и когерентного приема.....	46
<i>Жиляев Е.А., Павлов А.А., Чернядев Е.В.</i> Автономная дистанционно управляемая сейсмогидроакустическая станция наблюдения за сигнально-помеховой обстановкой.....	51
Перспективные направления развития науки и техники	
<i>Гизитдинова М.Р., Кузьмицкий М.А.</i> Использование мобильных подводных роботов в решении современных проблем в Мировом океане.....	59
Хроника.....	66
Внимание, конкурс!.....	69
Информация о конференции ГА-2010.....	71
Правила представления материалов в редакцию.....	72

CONTENTS

Articles

<i>Kljachkin V.I.</i> Information Integration of Hydrophysical and Hydroacoustic Fields.....	4
--	---

In the present work the dynamic and information model of hydroacoustic and hydrophysical algorithmic systems interaction is considered with the view of designing of optimized (adaptive) procedures for weak signal allocation in the presence of masking interference, and also for estimation of unknown parameters of HA and HP field sources movement. Physical basis of these problems solving is the difference in field generation and propagation mechanism under their information interaction.

Key words: random fields, dynamics, information, adaptation, estimation, signal, noise.

<i>Levin I.M., Dolin L.S., Frantzuzov O.N., Rodionov M.A., Osadchy V.Yu., Savtchenko V.V.</i> Measurement of Depth Profiles of Optical and Hydrophysical Parametres in the Barents Sea: Application to Lidar Sensing Problem.....	16
---	----

Lidar detection of hydrophysical nonhomogeneity, such as internal waves or turbulence, is possible if there is marked stratification of the depth profiles of attenuation coefficient and the fluid density, and if the lidar echo-signal from pycnocline area is sufficiently large. A new submersible instrument for attenuation coefficient measuring was developed and produced. In this paper we describe the instrument and the algorithm of its calibration and measurement accuracy estimation. The results of field measurements of attenuation coefficient, density and temperature depth profiles in 12 spots (stations) in the Barents Sea are given. Using the results of these measurements, we computed the echo-signal levels and the signal-noise ratio as functions of depth. It was shown that at all stations the echo-signal power is sufficient enough for hydrophysical nonhomogeneity detection.

Key words: lidar sensing, attenuation coefficient, hydrophysical parametres, the Barents Sea.

<i>Zimin A.V., Nikolaev V.G., Rodionov A.A.</i> Internal Waves and their Displays on the Sea Surface During the Tidal Cycle in the White Sea.....	25
--	----

The results of an experiment on research of the internal waves, carried out in July, 2008 in the Onega gulf of the White Sea, are presented. Behavior of time variability of short -time period internal waves during a tidal cycle is investigated. It is shown that fluctuations of a thermocline and temperature of an ocean surface are correlated and in-phased.

Key words: internal waves, measurement, sea surface temperature, contact and non-contact methods.

<i>Kagan B.A., Sofina E.V.</i> Seasonal Variability of the M_2 Tide in the Arctic Ocean	31
---	----

The results for three-dimensional (3D) winter and summer tidal flows in the Arctic Ocean are presented. It is shown that dependent on ice seasonal variability of the tidal constants (amplitudes and phases of tidal sea surface level elevations) in the Central and Canadian parts of the Arctic Ocean is less than the mean square error in the predicted tidal sea surface level elevations. This means that the seasonal variability can be neglected, at least as a first approximation. A different situation is encountered in the Siberian continental shelf, where seasonal changes of tidal amplitude are ± 5 cm, while those of tidal phase vary from 15° to several tens of degrees.

Key words: tides, seasonal variability, modeling, the Arctic Ocean.

<i>Silina T.A.</i> Data Fusion Algorithms of Underwater Network-Centric Surveillance System.....	38
--	----

The construction, assignment, functions and algorithmic structure of data fusion of underwater network-centric surveillance system are considered.

Key words: data fusion, network-centric system, underwater surveillance system.

<i>Semenov N.N.</i> Course Angle Estimation of a Underwater Object by Only One Observation Using a Complex Signal and Coherent Reception.....	46
---	----

Using of a complicated probing signal and coherent reception allows to distinguish echo-signals from various blinking points on the case of underwater object that allows to estimate such secondary signs, as the form of object and its linear sizes. Measurement of frequency of each echo-signal allows to estimate radial speed of mutual moving, and the knowledge of the form of an object allows to estimate a course angle and full speed of observable object.

Key words: hydroacoustic, detection, glare, compound signal, form evaluation, a cluster.

<i>Zhilyaev E.A., Pavlov A.A., Chernyadev E.V.</i> Self-Contained Remote Controlled Seismohydroacoustic Station for Surveillance of the Signal-Noise Situation	51
--	----

The report considers a signal-noise situation surveillance station meeting the modern requirements: it has an adaptive teletype hidden communication path through hydroacoustic channel, nonvolatile memory of big capacity, long endurance (up to 1 year), deployment depth of down to 6000m, GPS receiver for determining its location, it uses rapid signal digital processing algorithms.

Key words: seismohydroacoustic station, hydroacoustic communication, memory, digital algorithms

Perspective Tendency of Development of Science and Technics

<i>Gizitdinova M.R., Kuzmitsky M.A.</i> Place and Role of Mobile Underwater Robots in the Decision of Modern Problems of Sea Activity of the States.....	59
--	----

In the article the review of the basic modern global problems connected with sea activity of the states in the World Ocean, a place and a role in their decision of a new perspective class of underwater systems – mobile underwater robots (or UUVs) is given. Globalization forming uniform universal economic-information field, bears both constructive, and destructive influence on many aspects of the world community life, including research, economic and military problems solved in the World Ocean. The spectrum of the basic problems and prospects of UUVs, as dual-purpose means, in their decision is considered.

Key words: mobile underwater robot, underwater systems, an information field, underwater conditions.

Перспективные направления развития науки и техники

УДК 626

М.Р.Гизитдинова¹, М.А.Кузьмицкий¹
grm@pochta.tvoe.tv

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ В РЕШЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Представлен обзор основных современных глобальных проблем, связанных с морской деятельностью государств в Мировом океане, место и роль в их решении нового перспективного класса подводных систем – мобильных подводных роботов. Глобализация, формирующая единое общемировое экономико-информационное пространство, несет с собой как конструктивные, так и деструктивные воздействия на многие стороны жизни мирового сообщества, в том числе и на исследовательские, экономические и военные задачи, решаемые в Мировом океане. Рассмотрены перспективы мобильных подводных роботов как технических средств двойного назначения.

Изучение гидрофизических полей Мирового океана с самых первых измерений было тесно связано с исследовательскими, экономическими и военными интересами морских держав мира. Масштабы Мирового океана придавали задачам гидрофизики глобальный характер. В настоящее время глобализация (процесс формирования единого общемирового экономико-информационного пространства) обязана своим происхождением не только масштабу изучаемых явлений: в жизни современного мирового сообщества она приобрела статус доминанты мирового развития.

Глобализация предполагает внедрение новых технологий, связанных с возрастанием удельной доли доходов от торговых операций в общем объеме произведенной продукции, что приводит к ослаблению влияния институтов государства и укреплению власти транснациональных образований [1]. Это в еще большей степени ставит проблемы гидрофизики (по их масштабу и значимости) в один ряд со многими глобальными проблемами в сфере экономики, техники и технологии; требуется поиск адекватных способов решения проблем гидрофизики в новых условиях.

Глобализация носит дуальный характер и провоцирует наращивание как интеграционных, так и дезинтеграционных процессов, радикально изменяя глобальный и региональный балансы сил, что оказывает огромное влияние на все стороны жизни мирового сообщества. Глобализация ускоряет развитие транспорта, телекоммуникаций и информационных технологий, резко увеличивает динамику экономических процессов, международной активности. Глобализацию сдерживают торговый протекционизм, национализм, региональные конфликты и пр. Исчезновение биполярного мира обеспечило наращивание темпов и масштабов глобализации.

В итоге, спектр участников международных отношений расширяется, в него, помимо государств и их коалиций, теперь входят ведущие корпоративные структуры, а также негосударственные субъекты, действующие вне глобального рынка: от организа-

¹ Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

ций гуманитарного характера до криминальных и экстремистских группировок. Ослабление роли государственных институтов – это деструктивный фактор, расширяющий спектр глобальных рисков и приводящий к росту противоречий (внутренних и внешних). Растущие антиамериканские настроения, слабая управляемость интеграционного объединения стран ЕС, неспособность противодействовать внутренним беспорядкам, усиление зависимости от ресурсов, получаемых извне, и т.д. способствуют усилению глобальных рисков [2]. Явно прогрессирует борьба за ресурсы, растет угроза нового этапа борьбы за передел сфер влияния, усиливается угроза безопасности и экологии.

Весьма уязвима в этом отношении морская сфера – морские транспортные коммуникации, морские нефтегазовые буровые установки, подводные нефте- и газопроводы, подводные кабельные линии связи, порты, гавани, рейдовые стоянки, отдельные суда, корабли, подводные сооружения и т.д. Все это предопределяет актуальность развития современных прогрессивных средств исследований Мирового океана и его защиты в национальных и общемировых масштабах.

Человечество стоит на пороге решения в Мировом океане не только глобальных проблем своего дальнейшего развития, но и проблем элементарного выживания. В самое ближайшее время нам придется пересматривать решения трех взаимосвязанных проблем: энергоресурсной, энергоэкономической и энергоэкологической.

Современная цивилизация базируется на традиционной углеводородной энергетике, наносящей серьезный ущерб как окружающей среде, так и здоровью населения планеты. При сжигании ископаемых видов топлива всегда образуется двуокись углерода (CO_2) – это 25 млрд. т, ежегодно поступающих в атмосферу, – самый весомый фактор в проблеме глобального потепления. Возникшие проблемы планетарного масштаба требуют активных поисков и развития энергосберегающих, экологически чистых и экономически доступных перспективных энергетических технологий. Энергопотребление во всем мире растет, причем в России – на 3-4 % в год; это особенно тревожно в связи с тем, что для России характерна чрезвычайно высокая ресурсоемкость валового внутреннего продукта, вдвое превышающая этот показатель для США и более чем в четыре раза – для Западной Европы. Такое положение дел не обеспечивает конкурентоспособности отечественной продукции на мировом рынке, оставляя России роль источника дешевого сырья. Поиски нетрадиционных источников энергии, отвечающих перспективным требованиям, ведутся во всех передовых в техническом отношении странах. Однако до тех пор, пока эта проблема не найдет удовлетворительного решения, углеводородное топливо по-прежнему будет востребовано, и его добычу придется увеличивать.

В связи с истощением разведанных запасов углеводородов на суше, закономерен существенный рост значимости нефте- и газодобычи на морском шельфе. Площадь континентального шельфа России – 6 млн. км². При этом 85 % нашего шельфа – арктический сектор, степень изученности которого крайне мала, а перспективы активного изучения с помощью традиционных методов и средств весьма скромны из-за очевидной сложности природных условий. Разведанность ресурсов Баренцева моря – 11 %, Печорского – 15 %, Карского – 3,5 %. Восточно-арктические моря (Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) почти не изучены, здесь не пробурено ни одной скважины. Пока объемы добычи нефти на шельфе – менее 0,5 % от общей добычи в России. Себестоимость добычи нефти на арктическом шельфе в 4 раза выше, чем, например, на шельфе Каспийского моря, находящегося, в основном, под юрисдикцией Казахстана. Риски на шельфе значительно выше, чем на суше. Стоимость бурения при глубинах места 200 м в 6 раз выше, чем на суше. И тем не менее континентальный шельф осваивать придется.

По прогнозам, к 2015 г. Россия выйдет на 100 %-ный уровень использования разведанных на суше месторождений, их запасы будут практически истощены. С 1993 г. добыча нефти не восполняется приростом запасов. В освоение вовлечены 75 % нефтегазо-

вых месторождений, их выработанность достигает 50 %. Вновь открываемые на суше месторождения примерно в 5 раз меньше тех, что были открыты 20-30 лет тому назад.

Активное освоение шельфа для России – стратегически важная задача, это основной резерв стабильного развития нефтегазового комплекса России в XXI в. Российские разведанные запасы континентального шельфа составляют: нефти – 8 % мировых, газа – 28 %; общие запасы углеводородов оцениваются в 100 млрд. т условного топлива в пересчете на нефть; всего территория РФ содержит 35 % мировых запасов полезных ископаемых. Политики всех уровней осознали непреложный факт неизбежного истощения в не столь отдаленном будущем (40-70 лет) легкодоступных запасов углеводородов и другого стратегически важного промышленного сырья, и, как следствие, возникновения глубокой энергетической и сырьевой зависимости Запада от их поставок из России и ряда других стран: Венесуэлы, Алжира, Анголы, Азербайджана, Казахстана, Боливии, Ирана, Конго.

Военно-политическая ситуация в мире такова, что в отличие от XX в., в наступившем XXI в. ожидается ожесточенная схватка не только за рынки сбыта, но и за обладание углеводородным сырьем, которое становится главным двигателем любой, в том числе и развивающейся экономики. По оценке участников саммита G8 в 2006 г., (Россия, США, Великобритания, Франция, Италия, Канада, Япония, Германия), глубокий глобальный экономический кризис из-за несоответствия объемов предложения и потребления энергии может возникнуть уже к 2030 г. Альтернативы углеводородным энергоносителям в течение ближайших 50 лет не предвидится. Аналогичная ситуация складывается и по другим стратегически важным ресурсам. Стремление завладеть ими стало одной из главных причин коалиционных военных действий Запада против Югославии (хром), Афганистана (уран), Ирака (нефть). Широко известны слова Мадлен Олбрайт, которая, занимая должность государственного секретаря США, так высказалась о России: *“Раз Сибирь принадлежит одной стране, ни о какой высшей справедливости говорить не приходится. Географические особенности России и ее природные богатства можно назвать настоящим вызовом для национальной безопасности нашего государства”* [3].

Достаточно посмотреть на распределение легкодоступных для промышленной добычи основных мировых ресурсов углеводородного сырья на континентальном шельфе (рис. 1), чтобы понять, что российские ресурсы необходимо не только срочно осваивать, но и охранять.

Задачи освоения и охраны ресурсов не могут быть решены без активного и масштабного использования мобильных подводных роботов (МПР) [4, 5]. Это особенно важно для континентального шельфа России, большую часть года находящегося под льдом и значительный период времени – при крайне неблагоприятных метеоусловиях.

Как известно, в течение многих десятилетий развитие гражданской (исследовательской и промышленной) и военной сфер происходило отдельно, без какой-либо координации и взаимодействия. В 1995 г. президент США в Послании к конгрессу заявил, что даже такая страна, как США, не может более позволить себе столь расточительную политику. В современной России длительное недофинансирование как военной, так и гражданской сфер привело к прогрессивному снижению предсказуемости развития всего технико-технологического парка, снижению его управляемости, а также к моральному и физическому старению. Тем более актуальны поиски путей рациональной координации и взаимодействия организаций промышленности гражданской и военной сфер при планировании перспективной техники. Специфические конструктивные особенности МПР предполагают возможность и необходимость их развития как изделий двойного назначения.

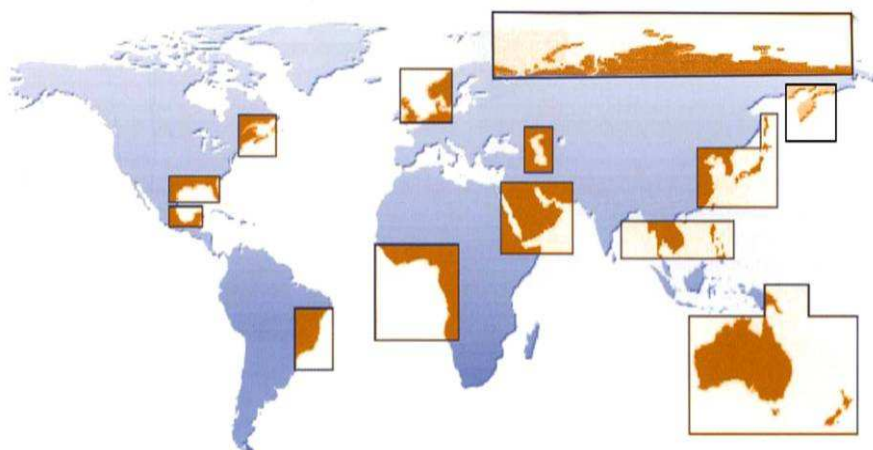


Рис. 1. Основные мировые ресурсы углеводородного топлива на континентальном шельфе

Один из крупнейших специалистов в области морской подводной техники Джон Вествуд, глава компании Douglas-Westwood, на базе анализа современного состояния разработок МПР сделал вывод: на сегодняшний день в мире создано более 400 типов МПР при 105 различных моделях [6].

Отличительными свойствами МПР являются: **автономность** (энергетическая и информационная); минимальное “связывающее” воздействие на носитель; **скрытность** в силу низкого уровня собственных физических полей; способность к **интеллектуальному поведению**, т.е. к самостоятельной интерпретации сенсорной информации и принятию адекватных решений в априори непредсказуемой обстановке; возможность осуществления координированных **групповых действий**; возможность **сбора и хранения больших информационных массивов**; способность **обнаруживать препятствия** и уклоняться от столкновения с ними; возможность эффективного **функционирования подо льдом** и на **мелководье**; **модульность** и **простота реконфигурации** под различные миссии; возможность надежного **автоконтроля** и **самодиагностики**; способность к активному **взаимодействию** с другими средствами **информационного освещения** обстановки на море, на суше, в атмосфере и в космосе в интересах сетевых операций и т.д.

Весь этот комплекс важнейших свойств позволяет рассчитывать на активное использование МПР при решении широкого круга научных, коммерческих, а также боевых и обеспечивающих военных задач. Наглядный пример успешной масштабной эксплуатации МПР – достижение рекордного суммарного “пробега” трех МПР американской фирмы *C&C Technologies* (рис. 2) с января 2001 по май 2008 г., составивший 125 000 км. Это равносильно тому, что аппараты трижды обогнули Земной шар со скоростью 3,7 уз! И сделано это было в ходе обслуживания 55 клиентов в рамках 210 проектов по обследованию оффшорной зоны 12 разных стран [7].



Рис. 2. МПР C'Surveyor возвращается, устанавливая мировой рекорд

Передача технологий из военной сферы в гражданскую – это генеральная линия технологического развития и поддержки невоенных отраслей промышленности, реальный способ создания конкурентоспособного про-

изводства. В передовых в научно-техническом отношении странах, как известно, действует и обратный процесс – использование гражданских технологий и гражданской продукции в сфере военного производства. Яркий пример этого – использование *Shelf*-технологий (применение «с полки», здесь слово *shelf* переводится дословно) гражданской радиоэлектронной аппаратуры и элементной базы в системах военного назначения. Высокий уровень конкуренции, большие масштабы производства и быстрая смена поколений изделий микроэлектроники приводят к тому, что прогресс в этой области в гражданской сфере опережает разработки по военным спецзаказам.

Обострение борьбы за ресурсы в связи с неизбежным истощением земных недр делает вероятными объектами агрессии практически все прибрежные государства. Становится актуальным вопрос силового раздела Мирового океана с неизбежным пересмотром статуса экономических зон влияния. Можно ожидать, что в недалеком будущем 200-мильные экономические зоны станут предметом захватнических устремлений наиболее активных морских держав Запада (США, Великобритании, Франции, Италии, Испании, Германии, Канады и Японии).

«Находки» на морском шельфе пока еще продолжают. Самое крупное (2 млрд. баррелей нефти) за последние 20 лет многопластовое нефтегазоконденсатное месторождение им. Владимира Филановского открыто в 2005 г. в северной части Каспийского моря, в 220 км от Астрахани. В 6,5 раз более крупное месторождение Кашаган (Казахстан) было открыто на Каспии в 80 км от берега в 2000 г. Прогнозные оценки по добыче нефти и газа иллюстрирует рис. 3 [8].

По всей видимости, вскоре на повестке дня будет стоять вопрос о разделе арктической зоны. Газета *New York Herald Tribune* уже публиковала материалы о возможных вариантах раздела акватории Северного Ледовитого океана (рис. 4).

Поход атомного ледокола «Россия» и НИС ледового класса «Академик Федоров» в 2007 г. к Северному полюсу и проведенные обследования морского дна в районе хребта Ломоносова (рис. 5) с использованием двух ОПА «Мир» и МПР «Клавесин» – это попытка заявить права России на континентальный шельф в районе Северного полюса [8].

Возрастание экономической и военной мощи России, начавшийся процесс превращения ее в доминирующее государство на европейско-азиатском пространстве, твердая самостоятельная политика в отстаивании национальных интересов требуют активных действий и на чрезвычайно перспективном российском континентальном шельфе, в первую очередь – арктическом (рис. 6).

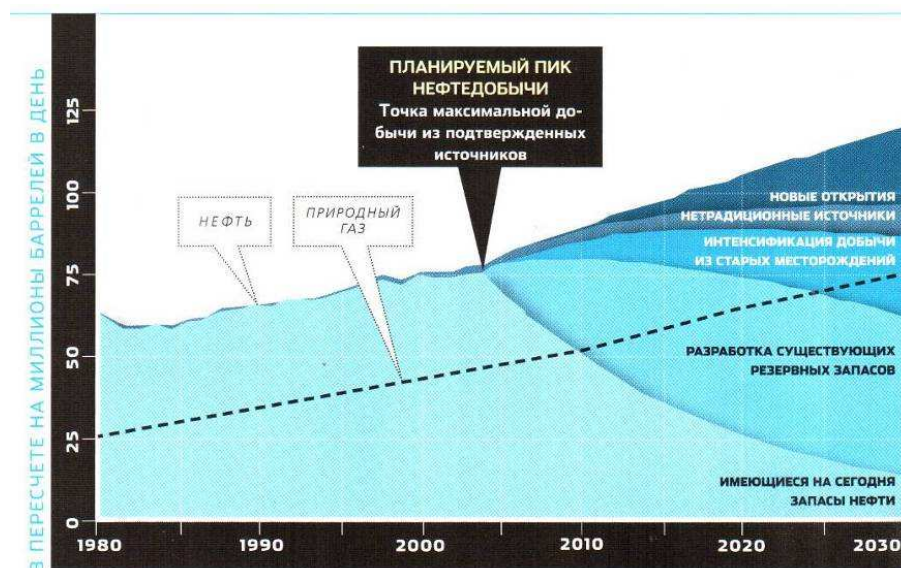


Рис. 3. Перспективы добычи нефти и газа



Рис. 4. Схема возможного раздела Северного Ледовитого океана по срединным линиям между участками суши государств

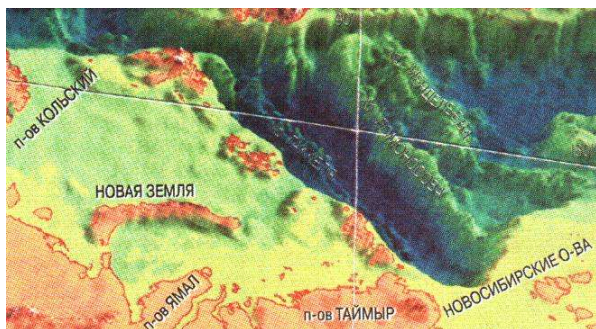


Рис. 5. Континентальный шельф России, подводные хребты Ломоносова, Менделеева, Гаккеля

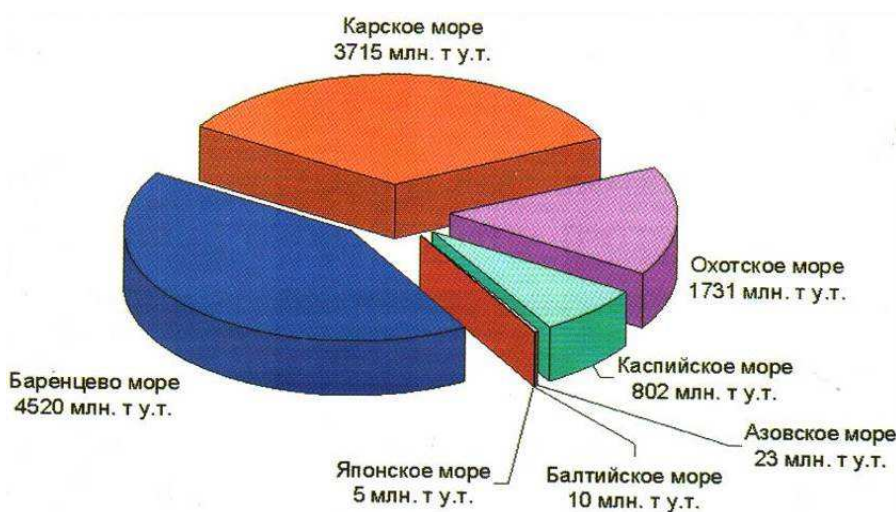


Рис. 6. Распределение запасов углеводородов континентального шельфа России

Проектирование морских трубопроводных систем и промыслов по добыче углеводородов на шельфе связано с необходимостью строжайшего соблюдения норм и правил экологической и технической безопасности. Основные риски обусловлены:

- слабоизученными геологическими процессами;
- флуктуационными экстремальными изменениями в гидрометеорологических условиях;
- неконтролируемой экономической и военной деятельностью на море;
- затопленными боеприпасами и химическим оружием времен мировых войн;
- нештатными технологическими процессами и режимами на буровых платформах и транспортных средствах;
- целенаправленной скрытной деятельностью антропогенного характера (терроризм, попытки захвата энергоресурсов).

С целью минимизации указанных рисков МПР могут быть использованы для решения следующих задач:

- изучения районов будущего строительства;
- комплексного мониторинга текущего состояния районов прокладки трубопроводов и морских промыслов;
- охраны морских участков от несанкционированного проникновения с целью террористических действий (выявление источников террористической угрозы, слежение за ними, их нейтрализация, включая и уничтожение);

- наблюдения за трассой трубопровода, обследования технического состояния, обнаружения участков, требующих принятия необходимых мер, определения мест утечки углеводородов.

Разведка, строительство буровых, прокладка нефте- и газопроводов, их последующий мониторинг в арктических условиях немыслимы без активного применения МПР.

Ключевые слова: мобильный подводный робот, подводные системы, информационное пространство, подводная обстановка.

Литература

1. Баранник А., Вознюк И. Глобализация как основа формирования глобальных рисков международной и национальной безопасности // Зарубежное военное обозрение. 2008. № 4.
2. Колесниченко О. Энергетическая война и дипломатия. Борьба за сырьевые ресурсы Евразии только начинается // Военно-промышленный курьер. 27 июня – 3 июля 2007. № 24(190),
3. Рейган Б. Будущее нефтяной цивилизации. И насколько всего этого хватит? // Популярная механика. 2008. № 5(67).
4. Гизитдинова М.Р., Кузьмицкий М.А. Перспективные направления развития подводных роботов // Материалы 14 НТК «Экстремальная робототехника». СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004.
5. Алиев Ш.Г., Боженков Ю.А., Борисенко К.П., Гизитдинова М.Р., Кузьмицкий М.А. Торпедное оружие. Т.5. «Самоходные автономные необитаемые подводные аппараты». М.: Наука, 2005.
6. «The AUV Gamechanger Report 2008-2017» – Douglas Westwood Ltd. <http://www.douglas-westwood.com>.
7. Hydro International. 2008, july/august. V.12. No.6. P.7.
8. Осадчий А. Как поделить Северный Ледовитый океан? // Наука и жизнь. 2008. № 2.

Статья поступила в редакцию 29.09.2008 г.