

УДК 551.46.0

## **ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**© А.И. Гончар, 2004**

Научно-технический центр панорамных акустических систем НАН Украины, г. Запорожье

Наведено короткий огляд концепції розвитку засобів гідроакустичного обстеження акваторій Світового океану в ХХІ столітті, особливостями якої є забезпечення комплексності експедиційних робіт і побудова єдиної теорії інтегральної інтерпретації натурних даних.

Дается краткий обзор концепции развития средств гидроакустического обследования акваторий Мирового океана в ХХІ веке, особенностями которой являются обеспечение комплексности экспедиционных работ и построение единой теории интегральной интерпретации натурных данных.

The conception of developing means of hydroacoustic surveys of the World ocean areas in ХХІ century is briefly considered in the present paper. The main features of this conception are support of comprehensive expedition works and creation of an unified theory of working data interpretation.

Развитие технических средств гидроакустического обследования акваторий Мирового океана, часть которого составляет свыше 70% поверхности Земли, приобрело большое значение во второй половине ХХ века. На просторах Мирового океана решаются стратегически важные оборонительные, экологические и народнохозяйственные проблемы стран Мирового сообщества, осуществляются морские перевозки, он является источником пищевых и сырьевых ресурсов, а также средой, которая влияет на естественные процессы нашей планеты. В сравнении с континентальной частью Мировой океан еще недостаточно изучен. Так, по оценкам специалистов Международной гидрографической организации, только на 16% площади Мирового океана проведены съемки, которые позволяют определять подводную топографию, для 22% имеются данные, которые дают основания анализировать основные элементы морского дна, а на 62% имеется лишь некоторая информация о морском дне.

Океанографические исследования, которые ведутся в динамически неустойчивой стратифицированной среде, физико-химические параметры которой изменяются как в пространстве, так и во времени, предъявляют высокие требования к организации, методике и технологии проведения измерений. Современный уровень развития науки и техники выдвигает довольно жесткие требования к точности информации, требует постоянного повышения уровня специальных знаний для работы с новыми автоматизированными техническими средствами в условиях океанской среды.

Уровень требований к океанографической информации зависит как от географического положения, так и принятой морской доктрины страны. Отдельные морские государства рассматривают Мировой океан как ключ к национальной безопасности и выдвигают соответственно более жесткие требования к знанию отдельных характеристик и параметров состояния океанской среды и ее временной изменчивости. Все это в совокупности определяет объемы фундаментальных и прикладных исследований, среди которых изучение рельефа дна, исследования состава и разнообразных свойств морских грунтов и осадочных пород, изучение гравитационного, магнитного, электрического и других полей в Мировом океане, акустического взаимодействия океанской толщи и дна, создание геолого-акустических моделей на отдельные районы Мирового океана.

Заметный рост стоимости судового времени в современных условиях при ограниченном финансировании науки, в том числе экспедиционных исследований, вызывает необходимость комплексности и оперативности всех проводимых экспедиционных работ.

Комплексность предполагает выполнение в рамках одной научно-исследовательской или инженерно-изыскательской программы выполнение работ, направленных на получение одновременно геофизической, химической, геоакустической, метеорологической, геологической и геоэкологической информации на район выполнения экспедиционных работ.

Реализация комплексности и оперативности океанологических исследований и изысканий может быть достигнута интегрированием на основе локальной компьютерной сети всего приборного парка научно-исследовательского судна в единый многоцелевой автоматизированный модульно-блочный информационно-измерительный комплекс, способный обеспечить автоматизацию процесса сбора, первичной, предварительной и окончательной обработки информации при изучении рельефа и грунта дна, геофизических и гидрометеорологических полей Мирового океана, а также параметров экологической среды.

Комплекс должен разрабатываться как базовый. Это достигается реализацией модульно-блочного принципа построения его аппаратуры и программного обеспечения, а также технической, программной, информационной и организационной совместимостью всех подсистем, модулей и блоков комплекса между собой.

Комплекс должен предусматривать возможность формирования методом агрегатирования различных модификаций для оснащения исследовательских судов и катеров различных типов и береговых центров обработки информации. При этом перечень возможных сочетаний совместно функционирующих подсистем, модулей и блоков не ограничивается.

Например, процесс получения информации о поверхности дна (рельефе и грунте), использующий отраженные сигналы, достаточно сложный. Он может быть разделен на отдельные составляющие, такие как изучение качественной картины поверхности дна, измерение пространственных координат элементов дна, определение типа донного грунта и границ его распространения, распознавание подводных объектов и их классификация.

Получить всю детальную информацию с помощью только одного какого-то гидролокационного средства невозможно. Поэтому целесообразно использовать несколько типов гидроакустической аппаратуры: эхолоты (однолучевые и многолучевые), гидролокаторы бокового обзора, профилографы.

Объединенные в единый гидроакустический модуль, в состав которого должна входить еще система цифровой обработки, документирования, хранения и отображения информации, построенная по унифицированному принципу для всех модулей на базе одинаковых или совместимых вычислительных средств с оговоренными интерфейсами приема и передачи информации, одинаковым стандартным (общепринятым) и оригинальным для каждого модуля программным обеспечением, они способны обеспечивать одновременную съемку рельефа дна, морскую грунтовую съемку, гидрографическое траление (обнаружение навигационных опасностей), поиск затонувших, в том числе малоразмерных и заиленных объектов.

При этом модуль должен обеспечивать прием данных от судовых датчиков навигационной информации, измерение параметров рельефа и грунта дна в процессе съемки, их регистрацию и первичную обработку, предварительную обработку информации в районе работ с целью оценки качества съемки и планирования дообследования, окончательную обработку результатов съемки и представление их в различных формах визуализации, документирова-

ние, архивацию и хранение полученной информации, а также передачу ее в согласованном формате в общесудовую систему сбора, обработки и хранения информации, в которую должна поступать информация и от других функциональных модулей для последующего комплексирования по районам (координатам), времени, или другим признакам.

Гидрологический модуль обеспечивает измерение температуры, электрической проводимости и гидростатического давления, гидрохимический – измерение концентрации растворенного в воде кислорода, показателя активности ионов водорода, наличия сульфидов, редокс - потенциала морской воды.

Учитывая, что Украина - морское государство и имеет достаточно высокий научный потенциал в области морских исследований и морского приборостроения, сохраненный и в определенном смысле развитый в Национальной академии наук Украины даже в годы спада экономики, необходима разработка морской доктрины Украины, предусматривающей комплексное развитие всех составляющих морской деятельности государства, в том числе и морских экспедиционных исследований, морского приборостроения для оснащения судов современной навигационной и гидроакустической исследовательской аппаратурой.

В повестке дня сегодня широкий биологический мониторинг океана с применением дистанционных акустических методов и средств (акустический рыбопоиск, контроль за состоянием рыбных запасов и кормовой базы для рыб), разведка и добыча углеводородного сырья, других минеральных ресурсов Мирового океана.

В обеспечение акустических методов исследований океана должны развиваться и гидроакустические средства для выполнения этих исследований, т.е. свое дальнейшее развитие должны получить низкочастотные эхолоты-профилографы, гидроакустические волнографы, гидролокаторы и голографические системы, гидролокаторы с фазированными антенными решетками, а также элементы этих систем: антенны и гидроакустические преобразователи, устройства обработки, отображения и документирования информации.

Все научные исследования Научно-технического центра панорамных акустических систем НАН Украины направлены на создание теоретических основ разработки многофункциональных панорамных акустических систем обследования акваторий, разработку и внедрение их в практику научных исследований, геологического и гидрографического обеспечения стратегически и экономически важных задач.

Разработана концептуальная модель панорамных многоцелевых гидроакустических средств нового поколения, которые полностью базируются на последних достижениях компьютерных и информационных технологий. Эта модель учитывает изменения физических и стохастических свойств среды, а также обеспечивает комплексирование навигационной, гидроакустической и временной информации для создания гидролокационных карт и каталога стратегически важных подводных объектов, электронных карт акваторий.

Основной проблемой океанографии и гидроакустики нашего столетия станет создание и развитие единой математической теории, адекватной естественным соотношениям и потребностям практики.

В теоретическом плане стоят задачи:

1) устранения существующих физико-математических идеализаций в моделировании сред океана. Будущие модели должны учитывать:

- неоднородность реальных сред,
- нелинейный характер гидрофизических и гидродинамических процессов,

- временные изменения свойств сред,
- активность сред (их возможность порождать взаимодействующие поля);

2) фактического создания математической гидрофизики - внутренне целостной и независимой совокупности математических методов и моделей, которые могут использоваться для описания и анализа всех реальных гидрофизических полей и сред; математическая гидрофизика должна быть способной воссоздать структуру реальной среды по данным о гидрофизических полях (биологическое и гидротермическое поля, акустические поля - поля упругих и неупругих колебаний как естественного, так и искусственного возбуждения, и др.);

3) создания в рамках математической гидрофизики единой теории интерпретации данных всего комплекса натурных океанографических, гидроакустических и гидрометеорологических исследований.

Чтобы отвечать потребностям практики, такая теория должна учитывать трехмерность реальной среды, а также неточность и неравномерность имеющихся данных о гидрофизических полях Мирового океана.

Одним из важных источников информации о внутреннем строении Земли (состоянии, протекающих процессах) служат данные, получаемые на основе анализа структуры волновых процессов (движений), наведенных в различных геосферах. Именно они служат индикаторами сложных и не познанных до конца динамических процессов в литосфере и других геосферах, отражая происходящие структурные изменения и перестройки в геофизической среде, которые являются в ряде случаев причиной наблюдаемых катастроф. Комплекс исследований этих процессов имеет первостепенное значение для концепции «устойчивого развития» и соответственно, для геоэкологической безопасности планеты. В литосфере Земли постоянно идут многообразные процессы различного пространственно-временного масштаба, включая аномальные деформации в разломных зонах, просадки, оползни и т.п. Сейсмичность, связанная с разработкой месторождений углеводородов, - установленный факт. В процессе разработки месторождений нарушаются равновесные условия в пласте, что может вызвать критическое перераспределение напряжений в разрабатываемом пласте и вмещающих породах.

Моделирование динамических процессов, возникающих в реальных средах при возбуждении волновых движений как внешними, так и внутренними источниками (сейсмическими источниками колебаний, динамическими процессами, нестационарными возмущениями в зонах подготовки катастрофических событий), связано с необходимостью учета основных резонансных особенностей разломно-блоковых структур. Некоторые из этих особенностей могут быть определяющими с точки зрения распространения и трансформации волновой (например, геоакустической) энергии. В этой связи задачи математического моделирования сложно построенных геологических структур требуют в каждом отдельном случае нахождения нетрадиционных подходов при построении решений. С одной стороны такие подходы опираются на экспериментальные данные, получаемые при проведении геолого-геофизических работ, с другой – позволяют на основе использования методов математического моделирования более глубоко понять причины и осмыслить условия созревания и развития природных или техногенных катастроф.