

УДК 551.46.0

## **ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНЫХ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОСВОЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА**

© А.И. Гончар, 2005

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.

Проблемы комплексных исследований и освоения Мирового океана, наряду с задачами изучения и освоения космоса, являются одними из самых важных и сложных проблем современности и вызывают большой интерес государств, их оборонных и стратегических ведомств, ученых и специалистов.

Основными направлениями деятельности в океанографии являются: съемка рельефа дна и геофизических полей Мирового океана, исследования термики вод, анализ их химического состава, изучение и измерение течений, волн, приливов, анализ взаимодействия океана и атмосферы. Все эти характеристики взаимосвязаны и взаимозависимы [1].

Известно, что основными методами исследования океана являются акустические методы. Развитие этих методов связано с необходимостью получения как можно более полной и точной текущей и прогностической информации о разнообразных океанических объектах и их свойствах, в связи с этим резко возросли требования к точности, достоверности и полноте материалов океанографических исследований [2].

Научно-технический прогресс привнес в науки об океане более совершенную измерительную технику, принципиально новые математические методы обработки и анализа результатов исследований, а также принципиально новые технологии в части хранения и представления океанографической информации.

Одним из важнейших итогов изучения морских акваторий является накопление информации за многолетний период наблюдений и получение на ее основе обобщенных данных о состоянии и режиме океанской среды. Это достигается проведением комплексных океанографических исследований, систематизацией знаний и аналитико-синтетической обработкой накопленной информацией.

Наряду с экспедиционными работами в открытом море и прибрежной зоне в последние годы появились технологии дистанционного зондирования и компьютерной обработки мониторинговой информации. Сейчас возможно построение комплексных многопозиционных и многодиапазонных систем мониторинга, структурированных по виду носителей и по используемым физическим полям.

По виду носителей - это космические, авиационные, корабельные, наземные, подводные системы. По виду физических полей, используемых для наблюдения естественного и искусственного происхождения, наиболее часто используются радиолокационные и радиометрические, инфракрасные, видео, сейсмические, акустические, гидроакустические системы.

Несомненно, дистанционные системы обладают рядом достоинств, поскольку позволяют за достаточно короткий промежуток времени обследовать большие площади и объемы. Они легко согласуются с телекоммуникационными системами и системами обработки информации.

Благодаря этому появилось интенсивно развивающееся направление информационных систем, объединяющих датчики, подсистемы сбора и первичной обработки информации, телекоммуникационные системы доставки информации, геоинформационные системы.

Все это - технологии дистанционного мониторинга, которые позволяют решать задачи измерения параметров процессов на поверхности моря (волнение, течения, температура, ледовая обстановка и т.п.), измерения параметров морской среды, обнаружения и измерения загрязнений морской среды, наблюдения за морскими животными, обнаружения объектов на дне и в придонном слое.

Современные научные исследования в области технологий дистанционного мониторинга морской среды и дна направлены на повышение достоверности, разрешающей способности, чувствительности систем мониторинга. Эти проблемы решаются за счет использования различных диапазонов частот и физических полей, применения многомерных, адаптивных алгоритмов обработки сигналов, сложных информационных технологий отождествления информации, геоинформационных систем.

Знание характеристик грунта морского дна необходимо при решении задач морской геологии, военной гидрографии, гидротехнического строительства, освоения сырьевых ресурсов, экологии и т.п. Характеристики грунта дна являются определяющими параметрами при разработке более точной геоакустической модели морей и океанов, а также при эксплуатации подводных трубопроводных и кабельных систем, систем дальней подводной связи, гидроакустических станций поиска, обнаружения и сопровождения специальных подводных объектов.

Тонкоструктурная стратификация водной толщи во многом определяет процессы тепло- и массопереноса (в том числе и переноса загрязнений) как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Техногенные факторы могут, с одной стороны, деформировать и разрушать ее, с другой – создавать свои слоистые структуры. Поэтому мониторинг тонкоструктурной стратификации важен в качестве составной части систем подводного наблюдения за техногенными возмущениями.

Акустические методы мониторинга тонкой структуры могут выполняться контактными методами с использованием высокочувствительных и малоинерционных датчиков скорости звука, дистанционными методами вертикального и наклонного зондирования акустическими импульсами (при вертикальном зондировании происходит рассеяние в обратном направлении на слоистых резкоанизотропных неоднородностях скорости звука, при наклонном падении и рассеянии в зеркальном направлении – приводящем в условиях зональной структуры звукового поля к засветкам геометрических

зон тени), просветными методами, использующими эффект захвата и канализации звука микроканалами, образуемыми протяженными слоями с локальным минимумом скорости звука.

Измерение пространственно-временных, угловых и спектрально-энергетических характеристик звуковых полей, вызванных перечисленными эффектами, позволяет решать обратные задачи определения параметров тонкоструктурных неоднородностей, их положения, временной изменчивости, возникновения и разрушения по естественным и техногенным причинам [2].

В силу пространственной и временной изменчивости характеристик морской среды остается актуальной задача создания моделей океанских процессов, ориентированных на прогноз явлений. При решении этой задачи оценка степени достоверности вырабатываемой прогностической моделью информации должна соотноситься с экономическими затратами.

Комплексность моделей и необходимость декомпозиции определяют перспективность разработки объектно-ориентированных моделей, включающих в себя в общем случае верхнее полупространство, поверхность, водную среду, донную поверхность, нижнее полупространство.

Реализация декомпозиционного подхода, суть которого состоит в последовательной детализации элементов модели и их взаимосвязи до уровня, позволяющего их построение с помощью стандартного математического обеспечения и современных информационных технологий, включая ряд этапов.

Применительно к математической модели это соответствует четырем уровням описания информативного гидрофизического поля в рассматриваемой области: семантическому, морфологическому, алгоритмическому, модульному.

*При семантическом* описании строится укрупненная информационно-физическая модель исследуемого района, включая четыре пространственных области, а элементы модели представляются в виде вектор-функций и операторов преобразования.

*При морфологическом* описании для элементов семантической модели разрабатываются варианты и модификации вектор-функций и операторов преобразований, включая операторы взаимосвязи физических характеристик соответствующей области пространства с используемыми в гидрофизическом мониторинге среды.

*При алгоритмическом описании* разрабатываются математические соотношения для взаимосвязи элементов морфологической модели, вектор-функций и операторов их преобразования.

*При модульном описании* разрабатывается совокупность программ, базирующихся на стандартных информационных технологиях и применяемых для всех элементов модели, включая расчет прогнозируемых изменений состояния элементов исследуемого района на основе данных по измеряемым параметрам среды.

Модели должны учитывать неоднородность реальных сред, нелинейный характер гидрофизических и гидродинамических процессов, временные изменения свойств сред и их активность, т.е. возможность порождать взаимодействующие поля.

Однако, какой бы хорошей ни была информация, она остается бесполезной, если не будет методов ее оптимального использования. Преобладание качественных способов усвоения информации, не обладающих свойством оптимальности, актуализирует важную проблему современной океанографической науки по разработке новых количественных

методов использования океанографических данных, эффективность которых может быть оценена объективно.

Основное направление работы в этой области связано с решением задачи обеспечения сохранности и повышения эффективности упорядоченного использования океанографической информации на основе современных компьютерных технологий.

В теоретическом плане необходимо устранить существующие физико-математические идеализации в моделировании сред, фактически создать математическую гидрофизику, способную воссоздать структуру реальной среды по данным о гидрофизических полях: биологических, гидротерминальных, акустических и др.; в рамках математической физики создать единую теорию интерпретации данных всего комплекса натуральных океанографических (гидроакустических, гидрохимических, гидрометеорологических, в том числе гидрологических) исследований [3].

Современные информационные технологии представляют исследователям большие возможности.

## **Литература**

1. The Encyclopedia of oceanography. New York, 1966. - 630 p.
2. Состояние и направления развития технических средств и методов океанографических исследований в интересах ВМС (по материалам зарубежной печати). – СПб.: ГУНиО МО РФ, 2001. – 228 с.
3. Клей К., Медвин Г. Акустическая океанография: Пер. с англ. - М.: «Мир», 1980. - 580 с.
4. Викторов А.Д., Митько В.Б., Сазонов С.П. Технологии мониторинга морской среды и прибрежной зоны // Труды конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» (ГА-2000). – СПб. – 2000. – С. 2-5
5. Митько А.В., Митько В.Б., Сазонов С.П. Объектно-ориентированный подход к разработке модели информационного обеспечения комплексного управления прибрежной зоной// Труды конференции «Современное состояние, проблемы навигации и океанографии» (НО-2001). - Том 2. - СПб. – 2001. - С.22-26
6. Гончар А.И. Океанографические исследования Мирового океана // Проблемы, методы и средства исследований Мирового океана: Сб. научн. тр. – Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины. – 2003. - С.15-19.