

О. С. Громашева, К. В. Бачинский

*Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН
Россия, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, 4; e-mail: gromasheva@poi.dvo.ru*

Информационная система для исследовательского гидроакустического полигона в районе мыса Шульца

Получена 03.02.2010, опубликована 01.03.2010

В работе представлена информационная система, включающая в себя пакет программ, позволяющий на этапе определения координат расстановки компонент приемной и излучающей систем в интерактивном режиме получать значения глубин, а также данные по скорости звука, измеренные в этой точке в разные периоды времени. Основой системы являются базы данных по скорости звука, глубине и характере донных осадков на исследовательском гидроакустическом полигоне в районе мыса Шульца, полученные в 2001–2009 гг. Возможности информационной системы позволяют для выбранных трасс выполнить теоретический расчет распространения звука в лучевом приближении.

Ключевые слова: акустическая томография, томографические схемы, информационная система, база данных.

ВВЕДЕНИЕ

Методы акустической томографии океанической среды получили в настоящее время широкое распространение при решении актуальных задач прогнозирования глобальных изменения климата, природных катастроф, оценки миграций промысловых биологических объектов. Применение томографических методов позволило реализовать известные международные и российские научные проекты: создание Глобальной системы наблюдения за океаном, программа акустической термометрии океана (АТОС). Позволяя провести реконструкцию гидрофизической структуры толщи океана, томографические методы эффективно применяются при исследованиях различных океанологических процессов, при проведении инженерных работ под водой, а также при поиске природных ископаемых, обнаружении подводных объектов. Современные информационные технологии, предоставляющие средства обработки больших объемов систематизированной информации, делают актуальной задачу создания специализированной информационной системы для прикладных гидроакустических исследований.

Построение томографических схем в океанологических исследованиях является технически сложной задачей, требующей больших материальных и временных затрат. Поэтому на этапе подготовки к экспериментам нужно иметь предварительные оценки закономерностей формирования акустических полей в предполагаемых районах работ.

Такие оценки позволяют оптимально подобрать параметры геометрии эксперимента: выбор глубин и местоположения источников и приемников звука, задать параметры регистрации сигналов, определить необходимые методы обработки принятой акустической информации. Экспериментальные исследования по исследованию шельфовой зоны океана методами акустической томографии на акустико-гидрофизическом полигоне ТОИ ДВО РАН [1], проводимые в 2001–2009 гг., показали целесообразность разработки и необходимость создания информационной системы, реализованной пакетом программ «МАКЕТ» [2].

1. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «МАКЕТ»

Система предназначена для подготовки экспериментов по исследованию влияния гидрофизических и геоморфологических характеристик среды на свойства акустических сигналов методом дистанционного зондирования океана с приёмом сигналов полем радиогидроакустических буев (РГБ) и лазерным деформометром на акустико-гидрофизическом полигоне мыс Шульца.

На начальном этапе разработки пакета прикладных программ (ППП) «МАКЕТ» была проведена систематизация имеющихся данных, полученных в экспериментах в 2001–2009 гг. Были сформированы структурированные наборы данных в форматах, удобных для формирования таблиц реляционной базы данных. Такие наборы данных, можно сохранять, копировать, изменять и использовать для построения различных моделей в численных экспериментах.

Задачей ППП «МАКЕТ» является предварительное определение координат расстановки компонент приемной и излучающей систем в интерактивном режиме, построение карты-схемы эксперимента с указанными значениями глубин по трассам, а также выборка данных по скорости звука, измеренных в выбранных точках в разные периоды времени.

Основой пакета является база знаний, в которой акустико-гидрофизический банк данных, содержащий информацию по скорости звука, глубине и характере донных осадков на исследовательском гидроакустическом полигоне в районе мыса Шульца, является центральным моментом.

Разрабатываемая база знаний должна отвечать общим требованиям:

- минимальная зависимость от аппаратуры;
- простота и легкость перенастройки на новые аппаратные средства;
- возможность дополнения при расширении области исследования;
- доступный и интуитивно-понятный интерфейс с пользователем.

Кроме того, она должна соответствовать и специфическим требованиям, связанным с особенностями акустико-гидрофизических данных и применяемой аппаратурой.

Функционально базу знаний можно разделить на три части:

- блок ввода информации,
- банк данных,
- блок анализа данных.

Все части независимы друг от друга и объединены единой структурой и формой хранения информации. На уровне пользователя информация доступна в виде акустико-гидрофизических параметров: осредненные по каждому измерению профили скорости звука, наборы эталонных излучаемых сигналов, амплитуда, интенсивность и фаза принятых сигналов, их спектры, корреляционные и другие функции статистической обработки данных.

Блок ввода обеспечивает ввод, сортировку, предварительную обработку и накопление поступающей информации как в режиме реального времени (температура, акустическое давление, скорость течения), так и по мере поступления в виде уже записанных файлов (соленость, давление, волнение и другие параметры), что определяется техническим оснащением конкретных экспериментов. Непосредственный ввод акустических данных в компьютер осуществляется через аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Предварительная обработка поступающей информации сокращает объем физически накапливаемых данных и позволяет проводить многосуточные эксперименты. Для достоверной интерпретации результатов исследований необходимо учитывать погодные условия и состояние водной поверхности (эти параметры вводятся в базу данных после окончания эксперимента).

Банк данных включает в свой состав:

- базу акустико-гидрофизических данных (результаты гидроакустических измерений);
- данные гидрологических промеров, рельефа дна и структуры донных осадков;
- систему управления базой данных для централизованного управления данными, хранимыми в базе и доступа к ним;
- пакеты прикладных программ (ППП) для регистрации, обработки, систематизации и хранения информации.

Блок анализа данных включает функции исследования предметной области, корректировки и визуализации данных. Корректировка данных, осуществляемая как в автоматическом, так и в ручном режимах, позволяет устранять сбойные значения.

2. БАЗА ДАННЫХ ЭХОЛОТНЫХ ПРОМЕРОВ НА АКУСТИКО-ГИДРОФИЗИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ «МЫС ШУЛЬЦА»

При планировании эксперимента по исследованию шельфовой зоны океана методами акустической томографии большое значение имеет априорная информация о районе проведения натурных работ. По данным измерений, полученных в 2001–2009 гг., создана база данных по профилю дна, распределению скорости звука по глубине, характере донных осадков на исследовательском гидроакустическом полигоне в районе мыса Шульца [3]. С этой целью при проведении экспериментов по исследованию канала распространения звука были организованы и проведены эхолотные промеры интересующего района исследования (рис. 1). По измерениям 2005–2009 гг. создана база данных по глубине с учетом характеристик донных осадков.

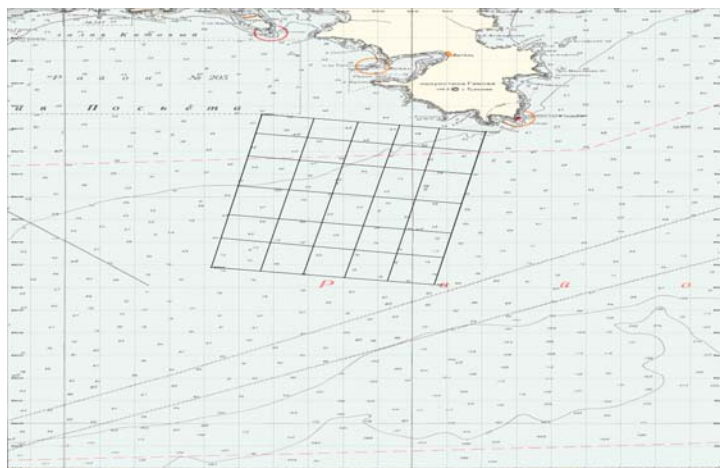


Рис. 1. Карта района проведения экспериментов. Линиями показаны маршруты эхолотных промеров

Для проведения измерений на НИС «Импульс» был установлен двухчастотный эхолот с частотами излучения 50 кГц и 200 кГц и системы цифровой регистрации эхосигналов на базе персонального компьютера и встроенной звуковой карты. Также одновременно проводилась запись координат по данным GPS для осуществления маршрутного промера с регистрацией глубины моря и местоположения судна. Эхолот работал в режиме полной мощности, при этом излучались акустические импульсы с частотами заполнения 50 кГц и 200 кГц. Оцифрованные эхосигналы записывались в файлы данных на жесткий диск компьютера. Данные обрабатывались с помощью программы Sonic Echo [4], пример результата обработки приведен на рис. 2. По полученным данным эхолотных промеров, был восстановлен рельеф дна (рис. 3).

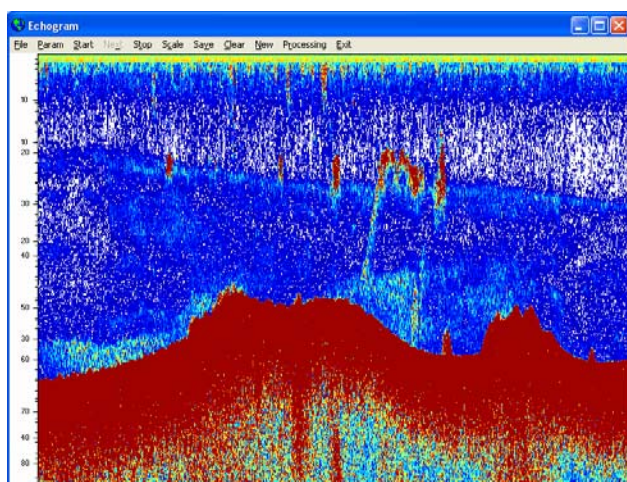


Рис. 2.

Пример обработанных эхолотных промеров

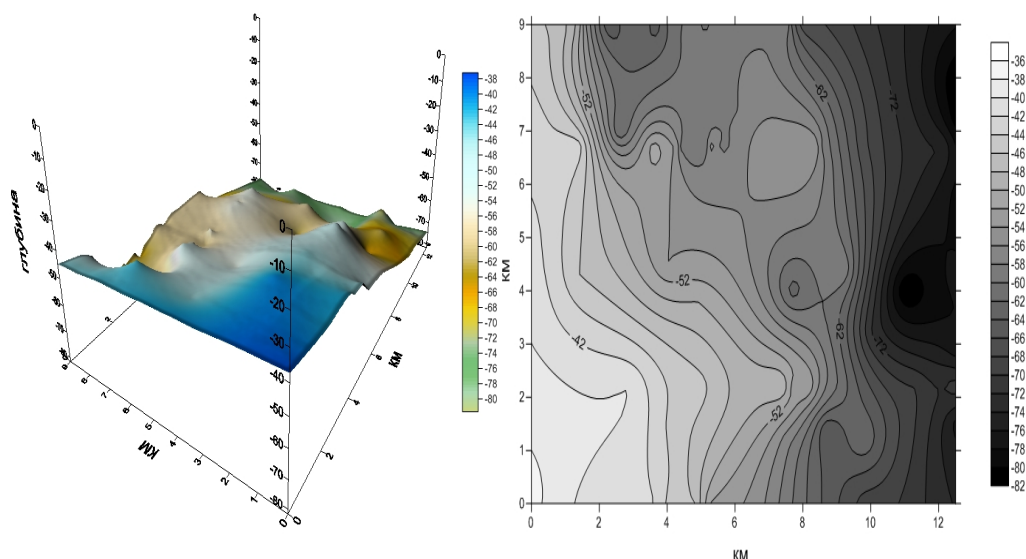


Рис. 3. Восстановленный профиль дна в районе экспериментов (3D и 2D изображения)

3. БАЗА ДАННЫХ ПО ПРОФИЛЮ СКОРОСТИ ЗВУКА

В 2009 году информационная система «МАКЕТ» была дополнена базой данных по профилю скорости звука по измерениям 2003–2009 гг.

Использование БД дает возможность анализировать гидрологическую обстановку в районе измерений, автоматизировать и ускорить процесс планирования эксперимента по исследованию шельфовой зоны океана методами акустической томографии.

Обработка данных и их визуализация обеспечивается средствами серверного языка программирования PHP и MySQL. Интерфейс БД, рис. 4, разрабатывался с помощью гипертекстовой разметки HTML. Данная база может размещаться как на компьютере пользователя с помощью таких программ как Apache, так и на серверном оборудовании для расширенного доступа пользователей по локальной сети и Интернет.

База данных профилей скорости звука

ВВОД ДАННЫХ	ВЫВОД ДАННЫХ
<p>Координаты точки</p> <p>Широта: <input type="text"/></p> <p>Долгота: <input type="text"/></p> <p>Дата</p> <p>Год: <input type="text"/></p> <p>Месяц: <input type="text"/></p> <p>День: <input type="text"/></p> <p>Данные</p> <p>График: <input type="text"/> <input type="button" value="Найти файл"/></p> <p>Файл txt: <input type="text"/> <input type="button" value="Найти файл"/></p> <p><input type="button" value="Добавить в Базу Данных"/></p>	<p style="text-align: center;">Выбор данных</p> <p><input type="button" value="выбрать файл"/></p> <p>Выбрать действие:</p> <p><input type="radio"/> Вывести графическое окно</p> <p><input type="radio"/> Открыть файл TXT</p> <p>Найти файл ближайший к точке с координатами:</p> <p>широта: <input type="text"/></p> <p>долгота: <input type="text"/></p>

Рис. 4. Интерфейс СУБД профилей скорости звука

При проектировании БД соблюдался принцип целостности (т.е. при изменении данных в одном месте изменяются соответствующие данные в другом месте БД) и непротиворечивости данных. Предпосылкой для соблюдения этих принципов является минимизация избыточности данных. Создание БД, её поддержка и обеспечение доступа пользователей к ней осуществляется при помощи системы управления базами данных (СУБД).

4. ПРОГРАММА ВЫБОРА КООРДИНАТ КОМПОНЕНТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕКСТ ВТОРОГО РАЗДЕЛА.

При проведении исследований влияния гидрофизических и геоморфологических характеристик района на взаимно корреляционные и спектральные свойства акустических сигналов в шельфовой зоне Японского моря с помощью поля дрейфующих радиогидроакустических буев необходимо заранее определить схему расстановки компонент системы, провести выбор глубин и местоположения источников и приемников звука, задать параметры регистрации сигналов, определить необходимые методы обработки принятой акустической информации. В связи с этим возникла необходимость разработки пакета программ, позволяющего проектировать новые томографические схемы методами компьютерного моделирования. На рис. 5 представлен интерфейс программы, реализующей процедуру выбора и оценки трасс.

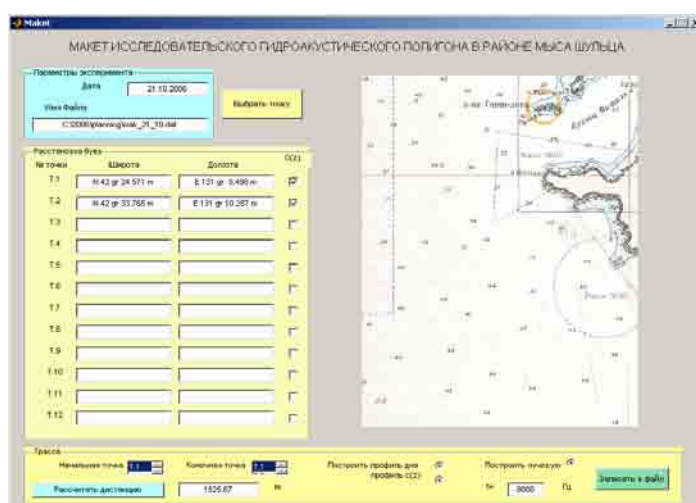


Рис. 5.

Интерфейс программы
«МАКЕТ»

Применение такого пакета программ на этапе планирования схемы расстановки компонент приемной и излучающей систем в интерактивном режиме дает возможность:

- выбрать на карте полигона предполагаемое местоположение модулей системы;
- получить значения глубин по заданным координатам;
- проанализировать данные по скорости звука, измеренные в этой точке в разные периоды времени;
- выполнить модельный расчет распространения звука в лучевом приближении при выбранной расстановке с учетом геоморфологических особенностей дна.

Программа использует базу данных глубин района, полученных с помощью эхолотного промера полигона по трассам.

Выбор точки производится в интерактивном режиме с помощью графического курсора, появляющегося на карте макета. По желанию пользователя для любой точки будут выбраны профиль скорости звука по глубине, замеренные ранее в ближайших точках в тот же период времени.

В отдельное графическое окно, пример которого приведен на рис. 6, выводится профиль дна, при этом из появляющегося контекстного меню необходимо выбрать метод интерполяции (линейный, полиномиальный, МНК). В дальнейшем, при накоплении данных, профили дна будут более точными.

Разработанное программное обеспечение интегрировано в программный комплекс для обработки экспериментальных данных.

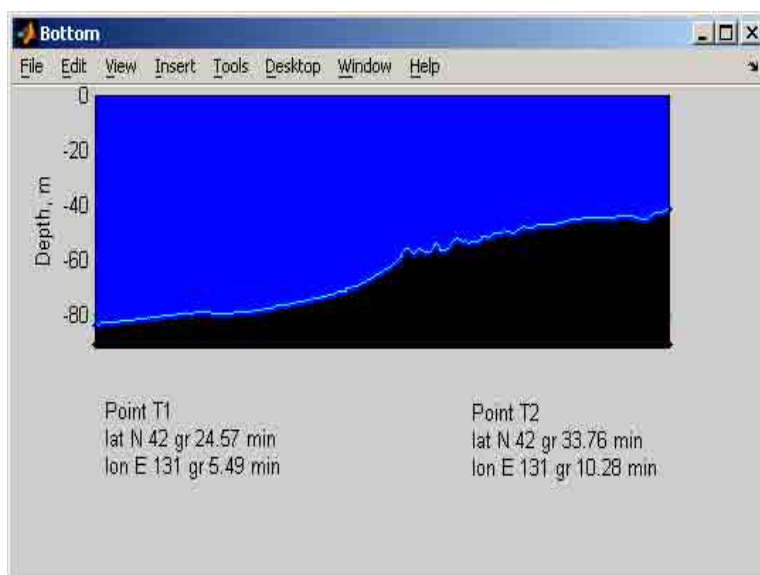


Рис. 6. Пример графического окна, отображающего профиль дна по выбранной трассе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для подготовки экспериментов на Морском акустико-гидрофизическом полигоне «Мыс Шульца» был разработан пакет программ, позволяющий при выборе любой трасы в пределах полигона рассчитать глубины с помощью интерполяционных методов. Применение такого пакета программ на этапе планирования схемы расстановки компонент приемной и излучающей систем в интерактивном режиме дает возможность:

- выбрать на карте полигона предполагаемое местоположение модулей системы;
- получить значения глубин по заданным координатам и трассе.

Полученная информация, а также данные по профилю скорости звука, может быть использована для модельного расчета распространения звука в лучевом приближении при выбранной расстановке с учетом геоморфологических особенностей дна [5].

База знаний создается с помощью современных средств программирования PHP и MySQL. Программа ввода и накопления акустической информации обеспечивает независимое поступление данных от измерительной системы в реальном режиме времени, их декодирование, визуализацию полученных данных. Программа имеет удобный для пользователя интерфейс, позволяющий перед началом работы изменять основные параметры обработки и визуализации. Минимальная зависимость от аппаратуры позволяет в кратчайшие сроки адаптировать программу под новые системы. Программы визуализации обеспечивают просмотр всех полученных результатов с привязкой к реальному времени и вывод графической информации на печатающее устройство.

В дальнейшем информационная система МАКЕТ будет дополнена возможностью численного моделирования, основанного на известных математических моделях, описывающих акустические параметры источника и приемника звука. В связи со сложными физико-географическими и гидролого-акустическими условиями (шельфовая зона и клиновидные области, зоны взаимодействия водных масс различной структуры) необходимо будет ввести проверку адекватности используемых моделей, полноты исходных данных о параметрах источника и приемника звука, канала распространения звука. Это даст возможность оценивать закономерности формирования полей сигналов и помех в океане. В настоящее время активно проводятся исследования по акустической томографии динамики и структуры вод на шельфе и в глубоководных районах Японского моря. За счет создания новых измерительных средств расширятся техническая база экспериментов. Проведение полигонных исследований на морской экспедиционной базе «Мыс Шульца» позволяет отработать методы для осуществления акустического мониторинга акваторий. Практическая реализация таких методов основана на применении сложных фазоманипулированных сигналов для зондирования морской среды. Исследования проводятся на трассах различной протяженности [6] с синхронными измерениями гидрологических параметров. В дальнейшем база данных макета полигона дополнится данными, полученными дистанционными спутниковыми методами. Это позволит значительно повысить эффективность экспериментальных работ и существенно расширить круг решаемых задач.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН (09-3В-07-342).

ЛИТЕРАТУРА

1. Громашева О. С., Юхновский В. А., Бачинский К. В. Оценка параметров геометрии экспериментов по позиционированию дрейфующих радиогидроакустических буев // Сборник трудов 16 сессии РАО. Т. 2. - М.: ГЕОС, 2005. С. 318-321.
2. Бачинский К. В., Громашева О. С., Юхновский В. А. Разработка проекта макета исследовательского гидроакустического полигона в шельфовой зоне Японского моря // Конференция молодых ученых «Океанологические исследования» - Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2007. С.40-41.
3. Крёнке Д. Теория и практика построения баз данных. 8-е изд., 2003, «Питер», ISBN 5-94723-275-8, 800 с.
4. Саломатин А. С., Юсупов В. И., Ли Б. Я. Дистанционные акустические исследования водной толщи и дна океана: аппаратура и методика // Дальневосточные моря России. М.: Наука, 2007. Кн. 4: Физические методы исследования. С. 87-110.
5. Соловьев А. А. О решении динамической системы лучевых уравнений // Сборник научных трудов. Информатика в океанологии. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 1996. С. 67-80.
6. Громашева О. С., Долгих Г. И., Кошелева А. В., Ли Б. Я., Юхновский В. А. Экспериментальные исследования канала распространения звука при применении сложных сигналов на квазистационарной трассе // Акустика океана. Доклады XI научной школы-семинары акад. Л. М. Бреховских «Акустика океана», совместно с XVII сессией РАО: ГЕОС. 2006. Москва. С. 261-264.