

Создание базы данных акустических сигналов морских млекопитающих

А.А. Ульянов* М.П. Иванов†

*Санкт-Петербургский государственный университет,
биологический факультет, кафедра биофизики,
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7–9
(Статья поступила 13.11.2014; Подписана в печать 03.12.2014)*

Новые многоканальные комплексы регистрации биоакустической активности морских млекопитающих на цифровой носитель значительно расширили возможности исследователя. При планировании современного лабораторного эксперимента или проведении этолого-акустических наблюдений в открытом море необходимо позаботиться о хранении и дальнейшей обработке информации, полученной в условиях полевых измерений. База данных предназначена для систематизации результатов измерений, хранения и минимизации больших объемов гидроакустической информации, а также последующего ее использования в вычислительных экспериментах.

PACS: 43.80.Ка, 43.80.Лb

УДК: 534.87, 57081.2

Ключевые слова: база данных, биоакустическая активность, акустические сигналы дельфина.

ВВЕДЕНИЕ

Новые многоканальные комплексы регистрации биоакустической активности морских млекопитающих на цифровой носитель значительно расширили возможности исследователя [1]. Увеличение объема информации в лабораторном эксперименте и в этолого-акустических наблюдениях в открытом море приводят к необходимости создания квалифицированной базы данных гидроакустических измерений [2,3]. При широкополосной регистрации данных с помощью четырех каналов с частотой квантования 2.5 МГц на канал с амплитудой 14 разрядов объем информации на цифровом носителе составляет 60 Гб за 60 минут непрерывной записи. Запись данных проводится с помощью программы PowerGraph 3.8 Professional и подпрограммы File Recorder [4]. Так же с каждой записью необходимо сопоставить набор характеристик, таких как: тип, дальность и глубина мишени; положение гидрофонов; глубина животного и т. д. Количество информации, полученной в полевых условиях, крайне велико, обработка такого массива данных без систематизации не представляется возможным.

Структура исследования условно поделена на три иерархических уровня — эксперимент (обнаружение, распознавание и т.д.), опыт и испытание. Эксперимент определяется целью и задачами исследования. Опыт — непосредственное выполнение задачи, испытание — единичный результат выполнения задачи животным. Объем информации зависит от сложности эксперимента. Как правило, эксперимент включает в себя 50–300 опытов, при проведении двух опытов в день длительность его составляет от одного до пяти месяцев. В зависимости от подготовки животного каждый опыт состоит из 50–200 испытаний. Для последую-

щей обработки массив такой мощности структурируется с помощью программного обеспечения. Формируется база исходных данных, что позволяет в последующем провести подробное математическое исследование сигналов китообразных с учетом окружающих условий и дать сравнительные оценки пространственных параметров акустических сигналов по видовому разнообразию и индивидуальным характеристикам.

Планирование эксперимента включает в себя выбор места, т. е. географические координаты и исследуемая акватория, и вид животного. Опыт описывается методикой, координатами размещения регистрирующих устройств, а также всеми объектами, необходимыми для решения задачи обнаружения или распознавания. Каждое испытание описывается характеристиками или номером гидрофона/излучателя, их расположением на месте проведения испытания, характеристиками объекта, условиями испытания и ответной реакцией животного.

1. ОСОБЕННОСТИ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОАКУСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В процессе обработки результатов исследования специалисты чаще всего сталкиваются с проблемой разрозненности и неупорядоченности данных, невозможностью быстро отобразить интересующую в данный момент информацию. Оперативная обработка данных во время проведения опыта не всегда возможна, что впоследствии может привести к неоправданной потере результатов испытаний из-за неточностей формирования протокола. Сбором и обработкой материалов могут заниматься разные специалисты, поэтому неточность во время занесения параметров испытаний может привести к невозможности дальнейшей обработки информации по определенному сценарию.

Для решения этих и подобных им проблем разрабатывается программный комплекс, содержащий в себе

*E-mail: SoundMaker192@gmail.com

†E-mail: 20mivanov@mail.ru

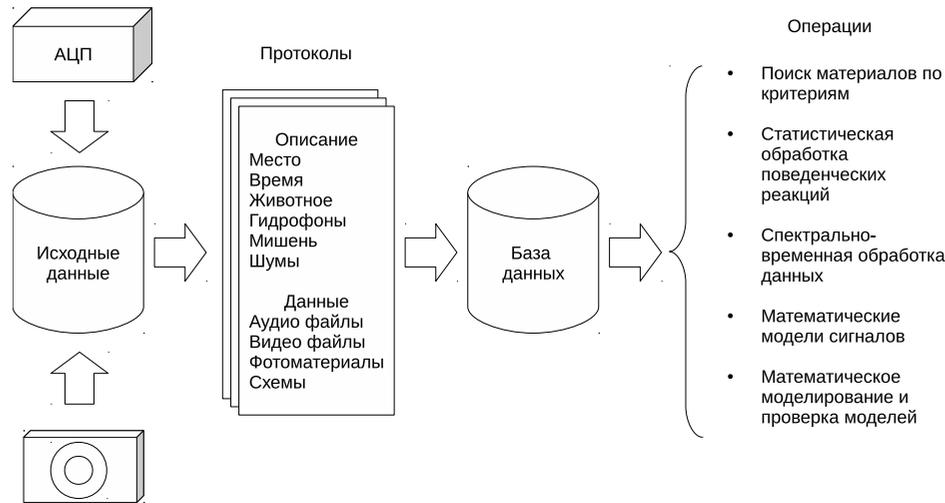


Рис. 1: Информационный поток данных биоакустических исследований

базу данных, и утилиты с необходимым дружественным интерфейсом, учитывающим специфику проведения натуральных испытаний и обработку полученных материалов.

В процессе измерений и сбора информации необходимо ведение протокола, который содержал бы исчерпывающую информацию об условиях, в которых производилась запись. Однако непосредственное заполнение форм во время проведения испытаний не всегда представляется возможным. Комфортному заполнению протокола, как правило, мешают внешние факторы: солнце засвечивает экран, вода может залить ноутбук или блокнот, вдруг возникает необходимость оптимизировать время контакта с животными, т. к. они могут потерять интерес к выполнению конкретных действий или закончится место на накопителе установки и т. д. Поэтому лучше вести аудио-протокол, который аппаратно реализуется с помощью радиомикрофона и записывается синхронно в виде отдельной дорожки в тот же файл, что и звуковые дорожки от гидрофонов.

В общем виде движение информации внутри программного комплекса изображено на рис. 1.

Следующий этап подготовки материалов связан с оформлением опыта как единицы хранения информации. Для каждого опыта создается отдельная папка, в названии которой фигурируют время и место проведения опыта. В едином месте дискового пространства собираются материалы, полученные в течение дня: файл с результатами записи биоакустических данных в формате `bin` или `wav`, схема опыта, фотографии и/или видеозапись, а также любые другие материалы, которые исследователь посчитал необходимым приобщить к опыту. Таким образом, формируется библиотека исходных данных.

Дальнейшая обработка файлов, как правило, выполняется намного позже, так как не требуется пребывания на месте проведения опытов, что дает возможность работать нескольким сотрудникам параллельно.

После расшифровки оператором аудиозаписи хода испытаний, создается протокол в формате программы `MS Excel`. Временные параметры начала и конца испытания уточняются с помощью программы `File Viewer`. Аудиофайл исходных данных разделяется на фрагменты, содержащие информацию по одному испытанию. Фрагменты снабжаются протоколом (описание испытания) и помещаются в базу данных.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Программный комплекс представляет собой набор утилит-клиентов базы данных. Такой подход обеспечивает модульность и масштабируемость. Общая структура изображена на рис. 2.

Все утилиты написаны на языке `Object Pascal` с использованием компилятора `Free Pascal Compiler`. В качестве интегрированной среды разработки выбрана свободная IDE `Lazarus`. Отличительной особенностью этой IDE является открытый исходный код (`Open Source`), а также возможность создания совместимых на уровне исходных кодов приложений для `MS Windows` и `GNU/Linux` на языке `Object Pascal`. IDE `Lazarus` обладает достаточным функционалом для реализации данного проекта.

Системой управления базами данных послужил `SQL сервер Firebird`. Эта СУБД также распространяется с открытыми исходными кодами, бесплатна для коммерческого использования и распространения. `Firebird` существует для различных платформ, в том числе `Windows` и `Linux`, не требовательна к ресурсам компьютера, отлично совместима с IDE `Lazarus`, имеет компактный дистрибутив (размер установочного файла менее 7 МБ), позволяет создавать независимые (т. н. `Embedded`) базы данных и обладает инструментами для поддержания высокой надежности хранения данных.

Структура базы позволяет добавлять, просматри-

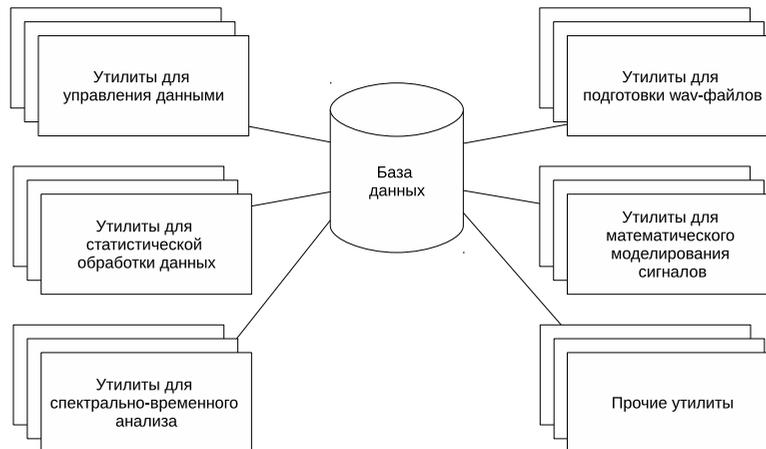


Рис. 2: Структура программного комплекса

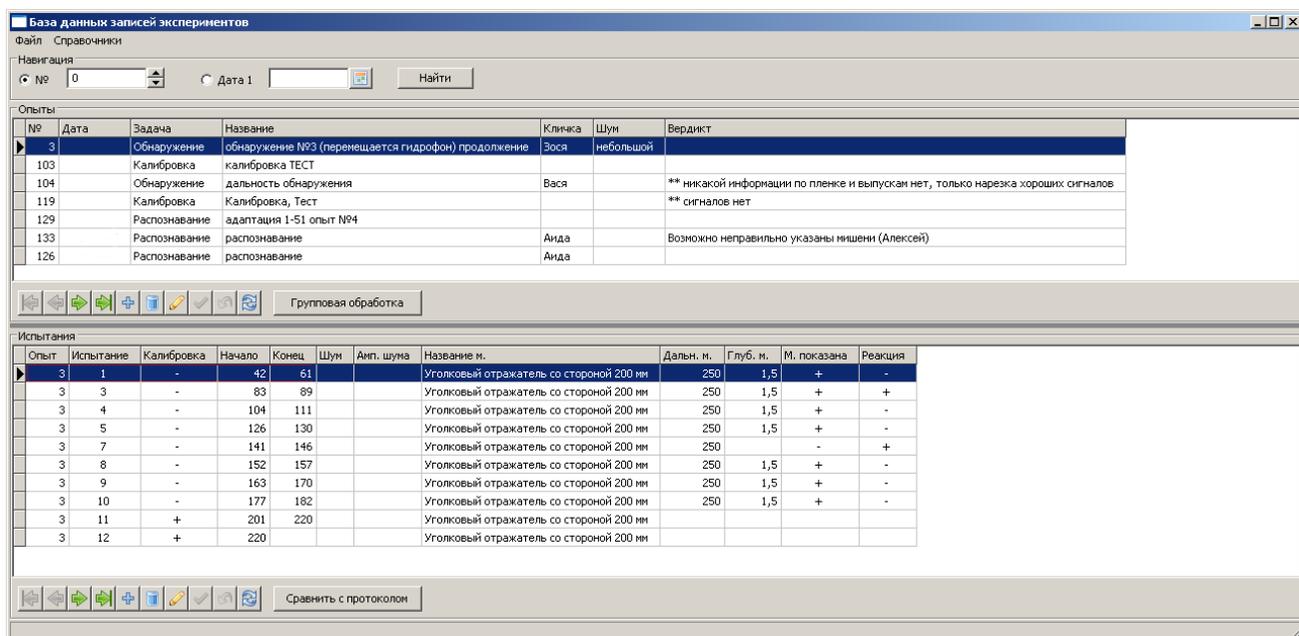


Рис. 3: Вид главного окна программы «Клиент»

вать, редактировать информацию; вести поиск данных по заданным параметрам; выполнять сложную математическую и статистическую обработку.

3. ИНТЕРФЕЙС

Центральное место в комплексе занимает программа Client («Клиент»). С ее помощью оператор базы данных выполняет основные операции: добавление экспериментов, опытов, испытаний, редактирование и удаление записей о выполненных опытах. В целях ускорения навигации добавлена функция быстрого поиска по номеру или дате проведения опыта. Окно программы разделено на две части для удобства одновременной работы с опытами и испытаниями. Вид главного окна

программы представлен на рис. 3.

При двойном нажатии левой кнопки мыши на строку таблицы «Опыты» откроется дополнительное окно «Описание опыта» (рис. 4), в котором можно указать атрибуты характерные для всех испытаний в данном опыте (дата и место проведения опыта, кличка животного, характер шумов, позиция гидрофона, расположение файлов в библиотеке исходных материалов и т. д.).

Аналогично, двойное нажатие мышью на строку таблицы «Испытания» вызовет на экран окно «Описание испытания» (рис. 5) и здесь указываются свойства, которые меняются от испытания к испытанию (дальность и глубина мишени, позиции гидрофонов, факт наличия мишени в воде, расположение файла-фрагмента в библиотеке фрагментов и т. д.).

Рис. 4: Вид окна «Описание опыта» программы «Клиент»

Рис. 5: Вид окна «Описание испытания» программы «Клиент»

4. ПОИСК ИСПЫТАНИЙ

Программа Searcher («Поиск») позволяет получить общую информацию по наличию или отсутствию испытания в базе данных, удовлетворяющую заданным критериям поиска. Управление параметрами запроса осуществляется на панели формирования запроса (слева). Запрос выполняется по задаче, кличке животного, типу и названию мишени, дистанции и глубине мишени, реакции животного и иным параметрам. После получения критериев поиска программа выполняет заданный запрос и выводит данные на экран с именами файлов и краткой информацией.

Вид окна программы «Поиск» представлен на рис. 6.

При двойном щелчке мышью по таблице результатов открывается папка на жестком диске компьютера, где хранится соответствующий файл. Так же есть возможность получить результат в виде простого списка файлов для последующей обработки в другой программе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание описанной базы данных является первым шагом на пути к автоматизированной обработке результатов наблюдений и измерений биоакустической информации. Дальнейшим путем развития комплекса будет создание единого инструмента, который позволит сопровождать данные непосредственно с ан-

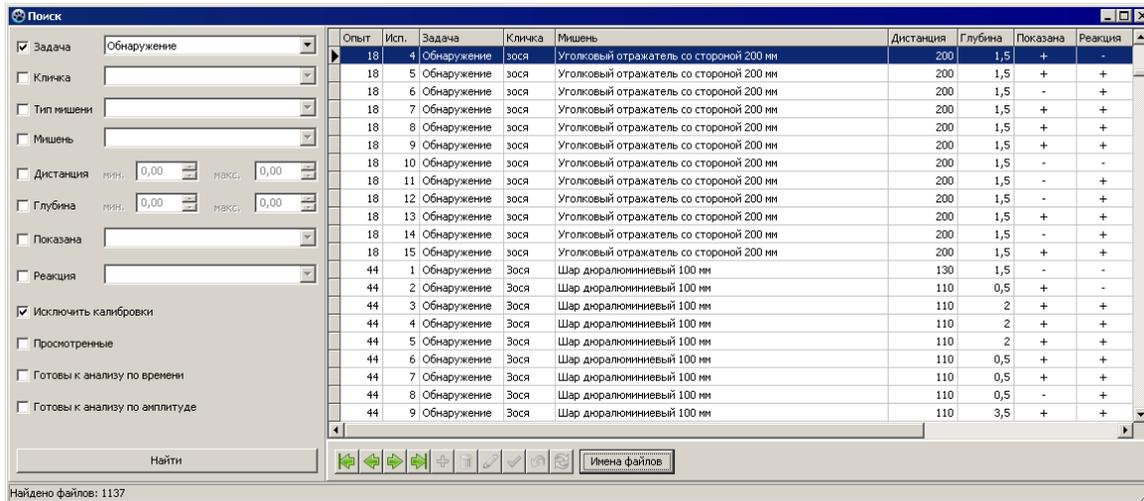


Рис. 6: Вид главного окна программы «Поиск»

тенн записывающих станций, автоматически снабжать дополнительной информацией о параметрах эксперимента (начиная от взаимного расположения объектов в опыте, заканчивая параметрами среды испы-

тания), обеспечивать автоматизированную первичную обработку результатов и передачу накопленного материала для дальнейшей систематизации и анализа.

- [1] Мартынов М. Ю., Вагеник И. А. База гидроакустических данных. Электронный журнал «Техническая акустика». С. 6. (2003). <http://webcenter.ru/~eeaa/ejta/> (дата обращения 23.04.2014).
- [2] Дмитриева У.И., Ростов И.Д. Базы данных океанологических экспедиций ТОЙ ДВО РАН. Информатика и моделирование в океанологических исследованиях. С. 3. (Владивосток: «Дальнаука», 1999).

- [3] Костина С.С. Ж. Вопросы атомной науки и техники. № 4. С. 152. (2003).
- [4] Измайлов Д.Ю. Виртуальная измерительная лаборатория PowerGraph ПиКАД. № 3. С. 42. (2003). <http://www.powergraph.ru/soft/pgview.asp> (дата обращения 23.04.2014).

Designing a database of acoustic signals of marine mammals

A.A. Ulyanov^a, M.P. Ivanov^b

Department of biophysics, Biological Faculty, St. Petersburg State University, St. Petersburg 199034, Russia
E-mail: ^aSoundMaker192@gmail.com, ^b20mivanov@mail.ru

New multi-channel complexes of registration marine mammals' bioacoustic activity on digital medium have greatly increased the possibilities of the researcher. When planning up-to-date laboratory experiment or conducting ethological acoustic observations in the open sea the researcher needs facilities for storage and further processing of data recorded during field studies. The created database is designed for classification of measurement results, storage and minimization of large amount of hydroacoustic data and its subsequent use in computational experiments.

PACS: 43.80.Ka, 43.80.Lb

Keywords: database, bioacoustic activity, acoustic signals of dolphins.

Received 13.11.2014.

Сведения об авторах

1. Ульянов Алексей Александрович — программист лаборатории морской биоакустики, e-mail: SoundMaker192@gmail.com.
2. Иванов Михаил Павлович — канд. биол. наук, заведующий лабораторией; тел.: 8(911)942-54-78, e-mail: 20mivanov@mail.ru.