

УДК 551.46.077:004

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПРИ ПОДВОДНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: nrk@ocean.ru

Для эффективного использования океанографической гидролокационной аппаратуры с целью исследования дна акваторий и подводных, в том числе потенциально опасных объектов (ШПОО) необходимо решить целый комплекс технических и методических задач. К этим задачам следует отнести разработку структуры системы сбора, обработки, отображения и накопления гидролокационной информации при исследовании дна и подводных объектов. Важно разработать вид представления получаемых данных. Данные обследования дна и подводных объектов должны представляться в виде удобном для анализа специалистами тех направлений, в интересах которых проводятся исследования. Это должны быть батиметрические карты и планы, схемы расположения природных объектов и объектов искусственного происхождения, разрезы осадочной толщи, карты мощности осадочного покрова, планы конфигураций инженерных объектов, монтажи сонограмм (гидролокационные мозаики). Совокупность технических средств, программного обеспечения и научно обоснованного способа их использования для обнаружения и обследования подводных объектов и прилегающего дна акватории составляет технологию сбора, обработки, отображения и накопления гидролокационной информации.

Ключевые слова: гидролокатор, изображение, геоморфология, рельеф, сбор информации, представление данных, компьютер, подводные объекты, гидролокационная мозаика

THE STRUCTURE OF THE INFORMATION PROCESSING SYSTEM OBTAINED THROUGH UNDERWATER INSTRUMENTAL RESEARCH

Nersesov B.A., Rimskiy-Korsakov N.A.

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: nrk@ocean.ru

For effective use of oceanographic sonar equipment for the purpose of studying the bottom of water areas and submarines, including potentially dangerous objects, it is necessary to solve a whole range of technical and methodological problems. These tasks include the development of the structure of the system for collecting, processing, displaying and accumulating sonar information in the study of the bottom and underwater objects. It is important to develop a form of presentation of the data received. The data of the survey of the bottom and underwater objects should be presented in the form convenient for analysis by specialists of those directions in whose interests research is carried out. This should be bathymetric maps and plans, layouts of natural objects and artificial objects, sediment depths, sediment cover maps, plans for configurations of engineering objects, monogramming (sonar mosaics). A combination of technical means, software and a scientifically grounded method of using them for detection and inspection of underwater objects and the adjacent bottom of the water area constitutes a technology for collecting, processing, displaying and accumulating sonar information.

Keywords: sonar, sonar image, geomorphology, bottom relief, information processing, data representation, computer, underwater objects, sonar mosaics

Структура системы сбора (регистрации) информации слабо зависит от задач и района исследований, поскольку ее составляющие в любом случае должны обеспечивать накопление и отображение в реальном времени гидролокационной и навигационной информации.

Основные принципы построения системы сбора и отображения информации заключаются в том, что:

- а) специализированная аппаратная часть системы сбора информации реального времени должна быть минимальна и содержать в основном цифровые устройства;
- б) максимальная часть преобразований должна осуществляться в цифровом виде на серийных ПЭВМ;
- в) на экране ПЭВМ должна в реальном времени отображаться гидролокационная и основная навигационная информация,

а также может вестись вывод информации на графический самописец;

г) привязка гидролокационных данных к географическим координатам должна производиться через единое время ПЭВМ, синхронизированное с Гринвичским временем GPS;

д) к единому времени привязывается каждая точка изображения;

е) пользовательский интерфейс программы сбора информации реального времени должен отображать определенный необходимый минимум информации и позволять оператору управлять процессом сбора информации;

ж) помимо сквозной записи всей информации должна быть предусмотрена возможность оперативного запоминания изображений и координат особых обнаруженных объектов и явлений;

з) интерфейс навигационной программы должен отображать запланированный маршрут, путь судна и буксируемого носителя, текущие координаты судна и носителя, отклонение судна от запланированного маршрута.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований позволяет обосновать следующий состав системы сбора данных, которая включает:

а) интерфейсный модуль, который сопрягает аналоговые или цифровые выходы и входы гидролокационных приборов, либо их судовых частей (глубоководный буксируемый аппарат) с той или иной шиной данных ПЭВМ (модуль обеспечивает ввод в ПЭВМ гидролокационной информации и синхронизацию работы гидролокационных приборов);

б) ПЭВМ сбора гидролокационной информации с периферией;

в) программное обеспечение реального времени, управляющее работой интерфейсного модуля и позволяющее собирать гидролокационную и, в случае необходимости, навигационную информацию в привязке ко времени на твердый диск ПЭВМ, выводить гидролокационные изображения на экран монитора ПЭВМ, либо полутоновой самописец, управлять через интерфейсный модуль работой гидролокационной аппаратуры;

г) полутоновой самописец, который позволяет в реальном времени вести непрерывную запись изображений на твердом носителе, что в ряде случаев бывает удобно для одновременного просмотра и сравнения больших участков записи;

д) качественный струйный или лазерный принтер как альтернатива использования полутонowego самописца, на котором программным путем организуется «покадровая» распечатка гидролокационных изображений синхронно с их представлением на экране ПЭВМ;

е) навигационная ПЭВМ, собирающая под управлением соответствующего программного обеспечения данные, поступающие от гидроакустических и космических навигационных систем, отображающая на экране монитора навигационную обстановку и позволяющая вести проводку судна (подводного аппарата) по намеченному маршруту обследования.

При наличии на борту НИС современного навигационного оборудования космической навигации при работах на шельфе и мелководье без использования глубоководных аппаратов необходимость в навигационной ПЭВМ отпадает. Проводка судна по заданному маршруту выполняется су-

довыми средствами, а сбор навигационной информации для привязки гидролокационных данных без ее отображения может вестись ПЭВМ сбора гидролокационной информации.

Перечисленные положения и принципы были реализованы при построении в Лаборатории гидролокации дна Института океанологии РАН (ЛГД ИО РАН) систем сбора гидролокационной и батиметрической информации [1, 4], использовавшихся для исследования дна, подводных потенциально опасных объектов и экологических исследований [3, 2]. На рис. 1 изображена функциональная схема процесса сбора информации. Сбор информации, поступающей от ГБО, АП и навигационной системы, ведется на персональный компьютер (ПЭВМ) типа Notebook с использованием цифрового специализированного модуля ввода-вывода, который осуществляет преобразование сигналов и ввод их в ПЭВМ через параллельный порт (LPT) или порт USB. Навигационная информация вводится в ПЭВМ через USB или COM порт.



Рис. 1. Структура процесса сбора информации, для комплексов ЛГД ИО РАН: GPS – приемник КНС, ГБО-Л и ГБО-П – каналы ГБО левого и правого борта, АП – канал АП, 1, 2, 3 – антенны ГБО-Л, ГБО-П и АП

Работой аппаратуры управляет специализированная программа ЭхоГраф, разработанная для среды Windows98/XP. Программа осуществляет отображение информации, поступающей от двух каналов ГБО, канала АП или эхолота на экране монитора ПЭВМ в режиме движущегося окна, сохраняет информацию, в том числе навигационную, на жесткий диск ПЭВМ и синхронизирует работу ГБО и АП. Программа позволяет менять режимы работы аппаратуры (диапазон, усиление, частота квантования) и вести в реальном времени распечатку фрагментов изображений на принтере. Вид рабочего окна программы приведен на рис. 2.

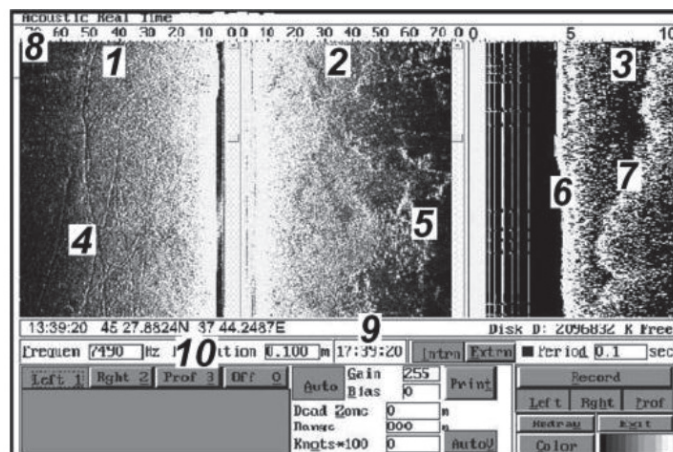


Рис. 2. Рабочее окно программы ЭхоГраф: 1 – изображение поверхности дна с левого, 2 – с правого борта; 3 – изображение разреза донных отложений (АП); 4 – следы якорных цепей; 5 – прибрежные выходы коренных пород; 6 – граница дна; 7 – граница поверхности коренных пород; 8 – рабочий диапазон; 9 – текущее время; 10 – текущие координаты



Рис. 3. Схема построения процесса обработки гидролокационной информации

Процесс обработки гидролокационной информации строится, исходя из требуемых отчетных материалов и задач исследований, и включает два этапа – подготовку данных и собственно обработку, что схематично представлено на рис. 3. Подготовка данных – это минимальная обработка, которая приводит данные к виду удобному для обработки стандартными пакетами программ. Итогом подготовки являются

привязанные к географическим координатам масштабированные гидролокационные изображения поверхности дна с объектами и разрезы донных отложений в виде файлов данных, а также копии изображений на твердой основе (распечатки, мозаики), текстовые табличные файлы с массивами батиметрических данных, файлы координат контуров областей, природных и техногенных объектов.

На втором этапе ведется собственно обработка информации, целью которой является представление ее в виде, во-первых, удобном для анализа специалистами – экологами, спасателями, геофизиками, геологами, геоморфологами, а во-вторых, в виде, требуемом нормативными документами поисковых и гидрографических работ, инженерных и инженерно-геологических изысканий. При этом используются стандартные пакеты программ, такие как AUTOCAD, SURFER, GRAPHER, CORELDRAW и др.

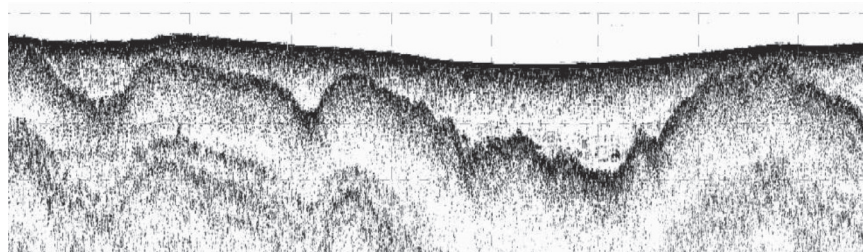
Процесс подготовки, использующий специальное программное обеспечение, должен быть минимален. Такой подход делает процесс обработки в целом более гибким, позволяет не ограничиваться опциями, заложенными разработчиками специально программного обеспечения, с одной стороны, а с другой стороны, дает возможность специалистам-пользователям совершенствовать пути использования и представления информации самостоятельно. Последнее особенно актуально при обработке новых данных научных исследований.

В аппаратном комплексе ЛГД ИО РАН этап подготовки информации реализуется с использованием специализированной оригинальной программы WINRASTR [5–7]. Программа WINRASTR в своей сути позволяет привязать к координатам каждую точку гидролокационных изображений и профи-

лей зондирования, собранных и записанных на жесткий диск ПЭВМ с помощью программы реального времени ЭхоГраф.

Программа WINRASTR использует прямоугольные координаты, и, если сбор навигационной информации ведется в угловых координатах, последние предварительно конвертируются в координаты X, Y (для России в проекции Гаусса – Крюгера, эллипсоид Красовского 42), например, с помощью программы TRALINE. Программа WINRASTR позволяет просматривать сохраненные изображения поверхности и профилей дна, полученные с помощью ГБО и АП, на экране ПЭВМ и при загрузке навигационной информации (файлы *.nav) распечатывать масштабированные твердые копии этих изображений на принтере, а также сохранять их в формате *.bmp.

Результаты использования программы WINRASTR для обработки данных иллюстрируются на рис. 4. На рисунке представлено изображение разреза донного грунта, полученное с помощью акустического профилографа (АП) вдоль маршрута, проложенного в морской части эстуария реки Кемь. Разрез характеризуется расчлененной поверхностью подстилающих скальных пород, нивелированной осадочными отложениями мощностью до 12 метров. На рис. 4, б приведены графики, соответствующие изображению на рис. 4, а.



а)



б)

Рис. 4. Результаты обработки данных акустического зондирования донных отложений (морская зона эстуария реки Кемь): а) масштабированное изображение профиля зондирования, сформированное с помощью программы WINRASTR; б) интерпретация изображения, выполненная с использованием программы SURFER

Вертикальные размеры форм рельефа, находящиеся в стороне от маршрута эхолотного промера, но попадающие в зону обзора гидролокатора, могут быть оценены по величине акустической тени этих форм на гидролокационном изображении. Высота объекта вычисляется по приближенной формуле

$$h = H \times l / L,$$

где H – высота антенны гидролокатора над дном, l – длина акустической тени, L – наклонная дальность до конца акустической тени. Такая оценка может быть сделана вручную по твердой копии гидролокационного изображения. В рамках специальной опции программы WINRASTR процесс оценки высоты объектов автоматизирован. Объекты и их тени очерчиваются на экране монитора ПЭВМ с помощью манипулятора «мышь», программа рассчитывает высоты и образует файлы, содержащие координаты объектов и их высоты над дном, а в случае известного уровня уреза воды – абсолютные отметки.

При просмотре профилей акустического зондирования с помощью программы WINRASTR предусмотрена возможность создания файлов глубин водоема и файлов глубин залегания границ осадочных отложений, видимых на изображении в привязке к координатам или дистанции вдоль маршрута зондирования. Для этого видимый контур обводится курсором манипулятора «мышь» и сохраняется в файл. Файл содержит значения глубины H и координаты точек обозначенного на экране контура. Эти файлы используются для построения графиков глубины дна и границ раздела с помощью стандартных графических программ (SURFER, GRAPHER).

Представленная структура и методика функционирования системы сбора и обработки исследовательской гидролокационной информации включают этап подготовки информации с использованием специализированного программного обеспечения, а также последующую обработку пакетами программ общего назначения для приведения к виду удобному для анализа геологами, экологами, спасателями, и другими специалистами. При этом основными принципами построения системы являются:

а) минимизация специализированной аппаратной части системы реального времени и исполнение ее в основном на базе цифровых устройств;

б) максимальное использование в системах серийных цифровых устройств и ПЭВМ;

в) упрощение и минимизация процесса подготовки информации специализированными программами перед обработкой стандартными пакетами.

Дальнейшее совершенствование технологии обработки гидролокационной информации связано с внедрением программно-математического моделирования процесса формирования эхо-сигналов и гидролокационных изображений, соответствующих различным известным типам подводных объектов, в том числе потенциально опасных. Созданная модель, наполненная имеющимися натурными данными, будет включена в программный комплекс обработки гидролокационной информации реального времени для обеспечения оперативной идентификации объектов на ранних этапах поиска.

Список литературы

1. Бушуев К.Л., Русак Ю.С. Универсальный программно-аппаратный комплекс «Rastr-USB» // Современные методы и средства океанологических исследований: матер. X Международной научно-технической конференции. – Москва, 2007. – Т. 2. – С. 28–32.
2. Долотов Ю.С., Новигатский А.Н., Пронин А.А., Римский-Корсаков Н.А., Телековский А.А. Особенности рельефа, поверхностных донных осадков и строения осадочной толщи в различных зонах эстуария реки Кемь (Белое море) // Океанология. – 2005. – Т. 45, вып. 6. – С. 927–935.
3. Елкин А.В. Черноморские катастрофы. – Тальянти: ДИЛИТ, 2008. – 182 с.
4. Латышев В.Н., Ситников Л.С., Утяков Л.Л. Устройство автоматического съема данных с эхолота // Океанология. – 1977. – Т. 17, вып. 4. – С. 427–436.
5. Римский-Корсаков Н.А. Создание и эксплуатация подводных аппаратов и других технических средств для океанологических исследований // Подводные технологии и средства освоения Мирового океана. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2011. – С. 46–63.
6. Русак Ю.С., Нафиков В.М., Тихонова Н.Ф. Система сбора и обработки гидроакустической информации // Современные методы и средства океанологических исследований: матер. XV Всерос. научно-технической конференции. – Москва, 2017. – Т. 2. – С. 355–357.
7. Сажнева А.Э. Технологии выявления скрытой информации изображений (на основе гидролокационных исследований). – М.: Научный мир, 2013. – 86 с.