

УДК 004.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В РЕАЛИЗАЦИЯХ ПАНОРАМНЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© А.И. Гончар, Л.И. Шлычек, С.И. Донченко, И.Н. Писанко, 2004

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

В роботі аналізується інформаційна структура апаратно-програмних реалізацій сучасних гідроакустичних засобів, сполучених з цифровими системами управління збором океанографічних даних. Розглянута схема організації прийому та обробки даних, яка реалізує подійно-орієнтовну форму надання багатопараметричних інформаційних потоків в гідроакустичних комплексах.

В работе анализируется информационная структура аппаратно-програмных реализаций современных гидроакустических средств, сопряженных с цифровыми системами управления сбором океанографических данных. Рассмотрена схема организации приема и обработки данных, реализующая событийно-ориентированную форму представления многопараметрических информационных потоков в гидроакустических комплексах.

The information structure of hardware and software realizations of modern hydroacoustic means conjugated with digital systems of oceanographic data gaining control is analyzed in the paper. Model of organization of data reception and processing which realizes event-oriented presentation form of multiparametric information streams in hydroacoustic complexes is considered.

Неотъемлемой частью современных панорамных гидроакустических систем (ПАС) и комплексов исследования Мирового океана является взаимосвязанная совокупность алгоритмов приема, обработки и представления натуральных данных. Программная реализация этих алгоритмов в совокупности с цифровыми системами управления сбором данных образует информационную инфраструктуру конкретных аппаратных конфигураций ПАС и комплексов для океанографических исследований [1, 2].

Развитие ПАС сегодня во многом определяется качеством разрабатываемого программного обеспечения (ПО). Увеличение функциональных возможностей в большинстве случаев требует модификации отдельных алгоритмов обработки и анализа данных. Поэтому обеспечение гибкости и, одновременно, сохранение устойчивости ПО становится одной из приоритетных задач при модернизации ПАС.

Моделирование информационной структуры аппаратно-програмных реализаций ГБО, фазовых ГБО и многолучевых эхолотов, являющихся многоканальными системами реального времени, существенно облегчает создание, отладку и модернизацию программных продуктов [3]. Информационные модели позволяют получить ясное представление об особенностях перемещения и преобразования данных при работе с ПАС, эхолотами, системами стратификации и другими средствами океанологических исследований, дополненными приемниками GPS. Каждому каналу данных в модели соответствует свой информационный поток с заданной формой представления, направлением и интенсивностью передачи данных. Многоканальные системы могут быть представлены либо в виде совокупности взаимосвязанных потоков данных, либо потоком со сложной внутренней структурой. Алгоритмы работы с данными при моделировании описываются операторами, трансформирующими информационные потоки.

При разработке ПО для цифровых систем управления сбором данных информационное моделирование позволяет решать задачи:

- 1) создания полнофункциональных и устойчиво работающих драйверов;
- 2) обеспечения совместимости выходных форматов данных драйверов и входных форматов данных программ постобработки;

3) обеспечения возможности подключения дополнительных источников данных и работы с ними без существенной перестройки структуры имеющегося ПО.

Многоканальный комплекс устройств характеризуется собственными временными диаграммами работы, определяющими периодичность поступления данных, а значит, интенсивность их приема, синхронный или асинхронный характер работы устройств. Эти параметры особенно важны при исследовании надежности работы драйверов, работающих как по принципу опроса готовности устройств, так и по принципу обработки поступающих аппаратных прерываний.

Для драйвера всякий сигнал управления (передача данных) или сигнал готовности устройства (прием данных) является «событием»  $E_n$ , которое должно быть зарегистрировано и обработано. События  $E_n$  образуют естественную упорядоченную последовательность, определяемую временной диаграммой работы устройств комплекса. Сеанс работы комплекса в этом контексте представляет собой зафиксированную последовательность событий  $\{E_n\}$ , каждому из которых соответствует уникальное значение  $n$  счетчика событий. Идентификация событий может быть проведена с помощью двумерного дескриптора  $(p, q)$ :  $E_n \rightarrow E_n^{pq}$ ,  $n, p, q \in \mathbb{N}$ , где значение  $p$  определяет класс события, а значение  $q$  - его тип в данном классе (рис. 1). В неявном виде такое структурирование используется, например, в интерфейсном протоколе National Marine Electronics Association (NMEA) 0183 для описания поступающих данных GPS. Идентификатор внутренне структурированного сообщения (GPGL, GPVTG, ...) может быть описан как класс  $p$  некоторого события  $E_n^{pq}$ , а отдельное поле сообщения - как его тип  $q$ .

Формирование четкой логической структуры уровня дескрипторов  $\{p, q\}$  и построение на этой основе алгоритмов обработки последовательности событий  $\{E_n^{pq}\}$  является задачей программ постобработки данных. Описание данных на уровне дескрипторов  $\{p, q\}$  должно отражать характер зафиксированной информации (навигационная, гидролокационная, служебная) и специфику работы каналов данных, индуцирующих события  $E_n^{pq}$ .

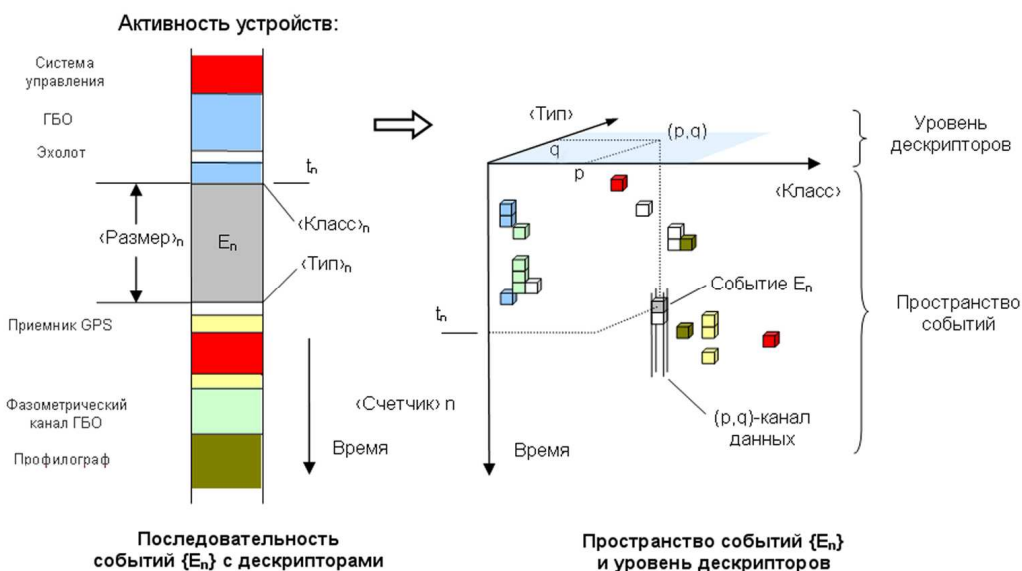


Рис.1 - Событийно-ориентированная информационная модель работы гидроакустического комплекса

Таким образом, данные при работе комплекса устройств могут регистрироваться в виде цепи событий  $\{E_n^{pq}\}$ , т.е. в виде упорядоченной последовательности логически завер-

шенных информационных блоков с регламентированным описанием. Цепь событий  $\{E_n^{Pq}\}$  содержит данные, в реальном времени принятые от устройств или переданные им, а также описания состояний комплекса.

Программная структура отдельного события определяется его заголовком (сигнатурой, счетчиком, классом и типом события, объемом данных) и собственно данными события:

1) сигнатура позволяет определить начало любого события в цепи, что повышает ее устойчивость при потере данных (например, вероятность ложного определения события по 5-байтовой сигнатуре составляет  $2^{-40} \sim 10^{-12}$ );

2) счетчик событий в текущем сеансе работы устанавливает условную (раньше/позже) временную привязку между событиями и является уникальным идентификатором события в сеансе (например, предельное число событий в одном сеансе работы для 4-байтового счетчика составляет  $2^{32} \sim 10^9$ , поэтому при средней частоте событий  $f$  непрерывный сеанс работы может поддерживаться программно в течение времени  $2^{32}/f$ );

3) класс события обеспечивает его позиционирование на верхнем, общем уровне логической организации, описывающем, например, инициализацию устройств, контроль и диагностику комплекса, управление устройствами, прием гидролокационной информации от устройств и прием навигационных данных приемника GPS;

4) тип события данного класса позволяет позиционировать его на нижнем уровне логической организации, обеспечив привязку к конкретным аппаратно-программным реализациям, например, прием и регистрацию данных с отдельного канала комплекса, прием GPS-координат места съемки, регистрацию меток оператора и др.;

5) размер поля данных события обеспечивает быструю программную навигацию по сильно структурированной записи сеанса работы комплекса, а также позволяет проверить целостность данных;

6) поле, содержащее данные о событии, может быть внутренне структурировано, например, для потоковых данных содержать контрольную сумму, а для данных по инициализации комплекса – описания стартовых значений рабочих характеристик устройств.

Программы постобработки последовательности событий  $\{E_n^{Pq}\}$ , сгенерированной драйвером комплекса, должны реализовывать функции объединения информационных потоков, выделенных пользователем, с автоматическим выбором комплексной формы их представления, а также функции выполнения сценариев обработки данных с автоматической генерацией эхограмм и карт обследованных районов.

Рассмотренное событийно-ориентированное представление данных позволяет:

1) унифицировать существующие и потенциально возможные в комплексах информационные потоки, в том числе двух- и многонаправленные при синхронном и/или асинхронном обмене данными с многоканальными устройствами, без какой-либо дополнительной нагрузки на аппаратные реализации комплексов;

2) ужесточить контроль над фиксируемыми информационными потоками, включая стадии отладки, настройки, диагностики и контроля, за счет введения соответствующих классов событий;

3) упростить схему хранения и согласования данных, исключив разделение потоков на несколько файлов, и тем самым повысить её надежность и устойчивость;

4) упростить алгоритмы доступа к данным за счет унификации их представления;

5) обеспечить долговременное и согласованное развитие аппаратно-программных реализаций ПАС и комплексов средств исследования Мирового океана без кардинальной перестройки структуры ПО за счет пополнения множества классов событий.

Соответствующая событийно-ориентированному представлению данных математическая модель позволяет проводить анализ устойчивости ПО при изменении конфигурации и параметров комплекса, а также исследовать возможность модификации отдельных алгоритмов обработки данных и обоснованно определять ее направления. Указанный подход может быть использован при оптимизации аппаратно-программных реализаций ПАС. Событийно-ориентированное представление данных является внутренне оптимизированным для использования в многоканальных комплексах с асинхронно работающими каналами. Это представление снимает логические ограничения на число задействованных каналов, позволяет отслеживать и корректировать работу комплекса в динамике, а также имеет встроенную поддержку приема и регистрации навигационных данных с целью создания электронных карт для обеспечения промерных и поисковых работ.

### **Литература**

1. Гончар А.И. Проблема создания высокоэффективных многоцелевых гидролокаторов бокового обзора. - НТЦ ПАС НАНУ. Запорожье, 1998. - 142 с.
2. Гончар А.И. и др. Теоретические основы создания панорамных гидроакустических систем. - НТЦ ПАС НАНУ. Запорожье, 1999. - 290 с.
3. Проблемы, методы и средства исследований Мирового океана // Сб. докл. конф. - НТЦ ПАС НАНУ. Запорожье, 2003. - 238 с.