

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
А В Т О М Е Т Р И Я

№ 6

1996

УДК 681.3 : 612.822

А. В. Егоров
(Новосибирск)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ И ИСПОЛНЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Рассматривается реализация инструментальной системы для генерации и исполнения в реальном масштабе времени медицинских приложений из области биоуправления и мониторинга физиологических параметров человека. Приведен пример создания электроэнцефалографической аппликации (α - θ -тренинг) с помощью системы.

Введение. В последние годы во всем мире возрос интерес к технологиям и методам немедикаментозного лечения заболеваний, связанных с нарушением регуляторных механизмов. Наиболее широко представленным направлением является область биоуправления, концентрирующая исследования, опирающиеся на универсальный принцип биологической обратной связи (БОС) [1—3].

БОС-тренинг — это совокупность аппаратных и программных средств, предоставляющих пациенту возможности наблюдения за своими физиологическими характеристиками и влияния на их динамику. Эта широкая и довольно неплохо разработанная проблемная область характеризуется необходимостью одновременной регистрации и наблюдений за большим числом физиологических характеристик пациента и частой сменой «сценариев» практических приложений.

Именно этими органическими свойствами и проблемами компьютерного биоуправления и продиктована актуальность создания инструментальной программной системы "Medlab Windows", краткое содержание которой излагается в данной статье.

Для реализации методов и приложений биоуправления в настоящее время создаются два типа систем:

1. Дешевые автономные специализированные приборы [2].
2. Стационарные исследовательские системы на базе персональных компьютеров, снабженные средствами ввода физиологических сигналов. Стационарная исследовательская система, как правило, представляет собой систему реального времени, настроенную на одну или несколько методик. Она имеет специализированный прибор для регистрации сигналов и достаточно закрыта для изменений алгоритма и развития (генерации) новых методов.

Для разработки и апробации в клинике новых методов лечения и на основе клинических протоколов, полученных при использовании методов биологической обратной связи и других вариантов психофизического мониторинга, целесообразно предоставить в распоряжение врача легко настраиваемую программную систему, которая соответствовала бы требованиям, предъявляемым к современному пользовательскому интерфейсу. К сожалению, в существующих инструментальных прикладных пакетах (таких как Use (США), БОСлаб (Биомед, Москва), PDS (J&J Eng., США)) изменение имеющихся и создание новых алгоритмов лечебных и экспериментальных методик, а также подключение не предусмотренных в системе устройств измерения сопряжено со значительными трудностями, а иногда и вообще невозможно.

В настоящей статье рассматривается реализация измерительно-вычислительной медицинской системы реального времени, предназначенной для мониторинга физиологических (физических) параметров и БОС-тренинга и использующей принципы визуального программирования и расширенного пользовательского интерфейса, предоставляемого средой MS Windows, в которой и была предпринята попытка развития системы.

Описание системы. Структурная схема показана на рис. 1. Подсистема редактирования предназначена для построения схемы сбора—обработки—отображения физиологических параметров с помощью программных модулей и каналов передачи данных. Она выполняет полный набор функций по созданию и редактированию схемы:

- помещение, удаление, перемещение, копирование модуля;
- прокладка каналов для обозначения потоков данных;
- сохранение, восстановление схемы эксперимента;
- настройка различных параметров системы;
- вызов диалогов настройки модулей.

Составленная схема обладает свойством автонастройки, т. е. при изменении какого-либо параметра в одном из модулей пересчет параметров по цепочке обработки данных производится автоматически. Это значительно облегчает процесс настройки схемы и согласование параметров в различных модулях. Все модули (регистрации сигнала, обработки, отображения и т. д.) собраны в библиотеки модулей. Выборка модулей из библиотек выполняется подсистемой «Библиотекарь», которая предоставляет пользователю все доступные модули в виде плавающих окон, из которых можно выбрать необходимый модуль (регистрации, обработки, анализа, представления данных). Библиотеки модулей могут динамически подключаться к системе.

После построения алгоритма обработки возможны: а) пошаговая отладка схемы (с просмотром ее состояния и контролем за значениями переменных); б) выполнение приложения в реальном времени.

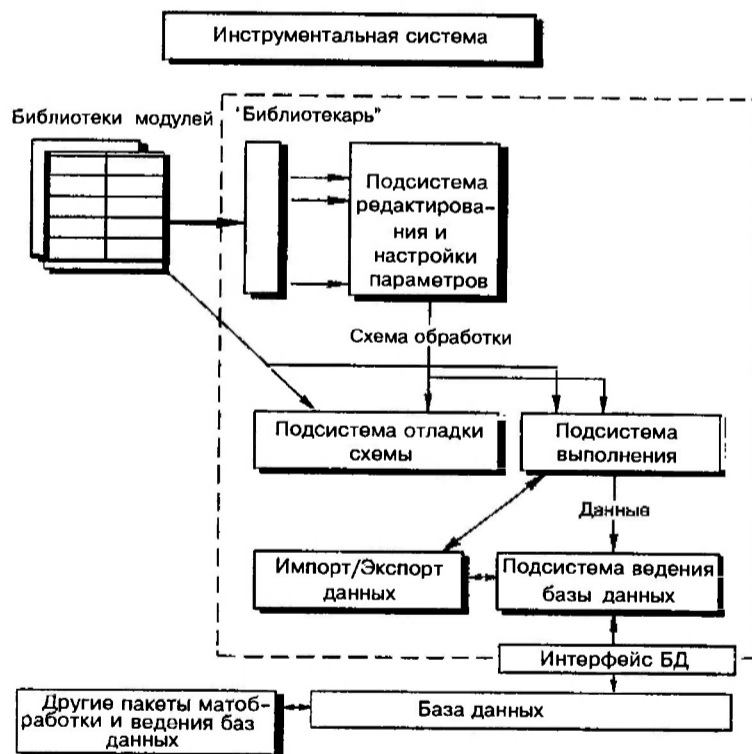


Рис. 1

Пошаговая отладка реализуется при помощи подсистемы отладки. Она предоставляет пользователю диалоговое окно, в котором можно анализировать процесс выполнения схемы, задавая режимы выполнения и просматривая внутренние очереди готовых модулей, и управлять выполнением схемы.

Для выполнения этих процедур в реальном масштабе времени используется подсистема реального времени (РВ). Она использует прерывания от часов реального времени и выполняет схему в фоновом режиме. Параметры фонового режима доступны через псевдомодуль РВ, в котором можно задать пропорции времени, необходимые для расчетов в модулях обработки, отображения и работы среды Windows. Состояние выполнения в этих режимах отображается на индикаторе, который показывает соотношение между полным размером очереди и размером очереди, заполненной данными, принятыми с прибора, но еще не обработанными.

Модули регистрации параметров могут сохранять первичные данные в базе данных (через временный файл) и/или передавать их через сеть во второй компьютер (например, для мониторинга процесса тренинга врачом-исследователем). Каждый канал может сохранять проходящие по ним данные, что позволяет просматривать значения данных после тренинга, передавать их в другие пакеты математической обработки или сохранять в базе для сравнительного анализа.

Подсистема ведения базы данных предназначена для регистрации пациентов и информации о сеансах тренинга. Все функции, приведенные выше, доступны пользователю через меню, пиктограммы и кнопки.

Описание программных модулей. Подключаемые библиотеки модулей разбиты на пять категорий: 1) модули регистрации данных, 2) модули математической обработки, 3) модули для работы с временными параметрами, 4) модули представления данных, 5) модули обратной связи (звуковые, логические, нечеткие операции).

Модули соединяются в схему эксперимента посредством каналов. Каждый модуль имеет входы и/или выходы, по которым он принимает или передает данные в соответствующие каналы. Входные (выходные) данные могут иметь скалярный или векторный тип. Скалярные типы бывают логическими, целыми, с плавающей точкой, комплексными. Каждый модуль имеет диалог настройки.

В настоящее время реализованы следующие модули:

- модули регистрации данных: модуль-драйвер для прибора CRA-005 (13-канальный ввод сигналов), модуль-драйвер для прибора PDSP R02 (8-канальный ввод и предобработка цифровым сигнальным процессором), модуль генерации сигналов;

- модули математической обработки: простейшие арифметические операции (сложение, вычитание, умножение и т. д.), быстрое Фурье-преобразование, цифровые фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой, расчеты средней удельной мощности сигнала в определенной полосе частот;

- модули представления данных: осциллограмма, спектрограмма, абстрактные представления (круг, столбик);

- модули работы со временем: задержка сигнала на определенное время;

- модуль обратной связи: преобразования сигнала в логическое значение, логические преобразования;

- модуль управления звуковыми эффектами, масштабирование сигнала.

Пример приложения. Рассмотрим приложение системы для одной из лечебных методик (α - θ -тренинг), применяемой в клиниках, использующих методы и средства биоуправления, при лечении различных аддитивных состояний (разные виды наркоманий). Метод также рекомендован при лечении аффективных состояний, в частности депрессии [1].

На рис. 2 показана примерная схема обработки, позволяющая реализовать α - θ -тренинг. С пациента при помощи приборов регистрации CRA или PDSP R02 снимаются следующие сигналы: электроэнцефалограмма (ЭЭГ), электромиограмма (ЭМГ), температура (t). Прибор передает оцифрованные и пред-

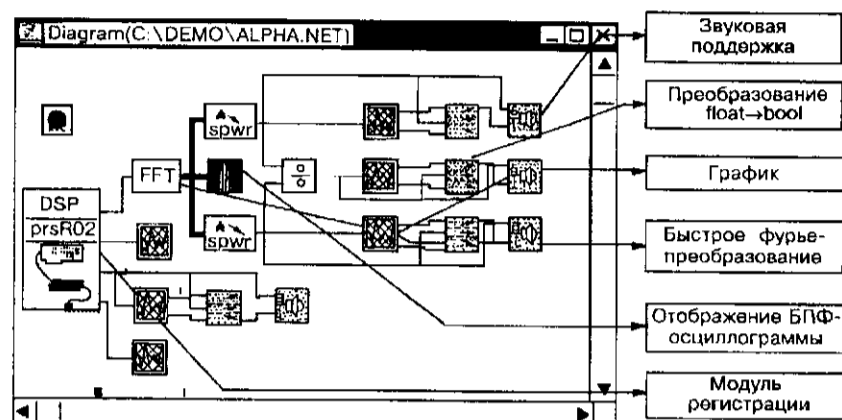


Рис. 2

варительно обработанные данные в драйвер системы и далее в модуль регистрации. Над сигналом ЭЭГ производится быстрое преобразование Фурье. С помощью модулей вычисления средней удельной мощности сигнала в полосе частот выделяются α - и θ -ритмы и их соотношение. Они отображаются в виде осциллограммы в различных окнах. По каждому из этих сигналов с помощью уставок из окон представления формируются сигналы обратной связи, которые поступают в модуль звуковых эффектов. Фурье-сигнал ЭЭГ отображается с помощью модуля представления массивов в виде спектрограммы с раскрашенными α -, β -, θ - и δ -ритмами. По сигналам ЭМГ и температуры ведется мониторинг.

Заключение. В настоящее время создан рабочий прототип инструментальной системы в среде MS Windows. При разработке системы была использована система разработки программ Borland C++ 4.5, библиотека классов поддержки пользовательского интерфейса OWL2.5, система проектирования драйверов (Device Development Kit) DDK в среде Windows 3.1. Опыт общения показал, что система легка в освоении; имеет удобный интерфейс и дает возможность легко создавать новые или модифицировать существующие схемы обработки; позволяет вести независимое создание модулей обработки с очередной или уникальной методикой; обладает высокой производительностью.

Дальнейшие усилия будут прилагаться в направлении увеличения удобства пользования системой, надежности, введения функций по управлению периодами, расширения возможностей манипулирования данными, перехода к 32-битовой версии пакета в операционных системах Windows 95, OS/2.

По мнению автора, разработанная система может найти применение и в других областях техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скок А. А., Сохадзе Э. М., Финкельберг А. Л., Шубина О. С. Использование электроэнцефалографической биологической обратной связи (альфа—тета-тренинг) для лечения патологических пристрастий и аффективных расстройств // Методические рекомендации. Новосибирск: ИМБ СО РАМН, 1996.
2. Лукащук С. Н., Скок А. А., Третьяков В. П. Автономный анализатор физиологических параметров человека // Автометрия. 1993. № 2.
3. Сохадзе Э. М., Хиченко В. И., Штарк М. Б. Биологическая обратная связь: анализ тенденций развития экспериментальных исследований и клинического применения // Биоуправление. Теория и практика. Новосибирск: Наука, 1988.

Поступила в редакцию 3 октября 1996 г.