

Графический интерфейс компьютерных измерительных приборов**О.Я. Шмелёв**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

*Московский Государственный университет приборостроения и информатики**Проблемная лаборатория молекулярной акустики**Россия, 107076, Москва, Стромынка 20*Тел. (8)-499-144-27-49. E-mail: shmelyoff@post.ru. Web: <http://shmelyoff.nm.ru>

Представлены оригинальные интерфейсные компоненты, «территориально» сочетающие в себе функции управления и отображения: цифровая и графические панели. В них используется идея зон управления без графически выделенных границ, но с логической привязкой к управляемым параметрам.

Ключевые слова: компьютер, измерения, прибор, графический интерфейс.

Graphic Interface for Computer-based Measurement Tools**O. Ya. Shmelyoff***Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science**Problem Laboratory of Molecular Acoustics**Stromynka 20, Moscow, 107076 Russia*E-mail: shmelyoff@post.ru. Web: <http://shmelyoff.nm.ru>

PACS: 02.70.Hm, 07.05.Hd, 07.05.Kf, 43.28.Dm, 43.58.-e, 43.20.Ye, 43.75.Yy

The original interface components with combined functions of controls and display such as digital and graphic panels are presented. The idea of adjustment zones without accentuated graphic boundaries but with logical attach to controlled parameters is used.

Key words: computer, measurement, tool, graphic interface.

Предварительные замечания

В настоящее время, большинство компьютерных приборов для платформы Intel-Windows имеют экранный интерфейс двух типов. В первом случае экранный образ прибора мало чем отличается от внешнего вида обычных программ для ОС Windows. Соответственно, органы управления и индикации это – стандартные интерфейсные элементы операционной системы. Работа с измерительным прибором, обладающим подобным интерфейсом может показаться удобной лишь самым непритязательным пользователям. Пример такого подхода – известная программа - анализатор спектра SpectraLab [1]. Вторая крайность это – представление прибора на экране компьютерного дисплея в виде более или менее точного изображения его аппаратного аналога или прототипа. Пример такого оформления – программа AudioTester [2]. В этом случае на экране тщательно изображаются такие несвойственные для интерфейса Windows элементы как круглые ручки, тумблеры, стилизованные сегментные цифровые индикаторы и даже стрелочные (!), как в программе PhysLab [3], измерительные приборы. Это решение также далеко от совершенства, потому что приводит к загромождению экранного пространства красивыми, но относительно малоинформативными элементами.

В настоящей работе предлагается подход, в значительной мере отличающийся от двух перечисленных выше.

Введение

В традиционных измерительных приборах, при определенных навыках, настоящими кнопками, ручками и прочими деталями управления можно манипулировать, не глядя на них, сосредоточив внимание на элементах отображения цифровой и графической информации. В компьютерных приборах, где ручки и кнопки нарисованы на экране и управляются мышью, работа требует постоянного перемещения взгляда с «органов управления» на элементы отображения и обратно. К этому привыкнуть практически невозможно и таким образом работа оператора существенно затрудняется, а утомляемость резко возрастает.

Для решения этой проблемы автором были разработаны комбинированные интерфейсные элементы, «территориально» сочетающие в себе функции управления и отображения: цифровая и графическая панели. В них используется идея зон управления без графически выделенных границ, но с логической привязкой к управляемым параметрам. Получилось некоторое приближение сенсорного экрана.

Другой аспект интерфейса, менее заметный зрительно, но не менее важный, это возможность изменения параметров работы без остановки процесса измерения. В упомянутых ниже программах все настройки на панелях управления и графических панелях можно изменять, не останавливая собственно измерений. Это существенно повышает наглядность и удобство работы.

На основе описанных графических элементов построен компьютерный измерительный комплекс реального времени для спектрального анализа электрических сигналов, свободно доступный для ознакомления на интернет-сайте [4].

Цель работы

Целью настоящей работы является разработка структуры, алгоритмов функционирования и конкретной программной реализации интерфейсных блоков повышенной эргономичности для построения компьютерных измерительных приборов.

Актуальность поставленной задачи

Совершенно очевидно, что измерительные системы должны развиваться не только в части собственно метрологии, но и в части человеко-машинного (приборного) интерфейса. Как показывают приведенные выше примеры, этому интерфейсу часто не уделяется достаточного внимания. Таким образом, решаемые в данной работе проблемы совершенствования взаимодействия человека с измерительным прибором представляются весьма актуальными.

Программные инструментальные средства

На разных стадиях разработки использовались операционные системы Windows 98/XP и среда программирования Borland C++ Builder версии 3 и 5.

Разработанные программные интерфейсные компоненты объединены в три зависимые библиотеки статической или динамической компоновки. В первую библиотеку (общего назначения) входит «Цифровая панель», компонента реализации специального оконного интерфейса (см. п. 4) и прочие мелкие элементы, такие как, например, кнопки с объемным текстом (см. рис. 4, справа). Во второй библиотеке содержится полная реализация «Графической панели» и в третьей – код «трехмерной» графической панели. Все три библиотеки построены с применением базовой библиотеки VCL среды Borland C++ Builder, а также с использованием функций Win32 API и вставок на ассемблере. «Трехмерная» графическая панель, кроме того, использует стандартную библиотеку OpenGL.

Суммарный объем исполняемого кода трех библиотек около 670 Кбайт. Аппаратно-программные требования – любой IBM PC-совместимый компьютер с ОС Windows 95/98/NT/200X/XP/Vista/7, 32- или 64-разрядных версий. Языковой интерфейс всех библиотек – английский.

1. Цифровая панель

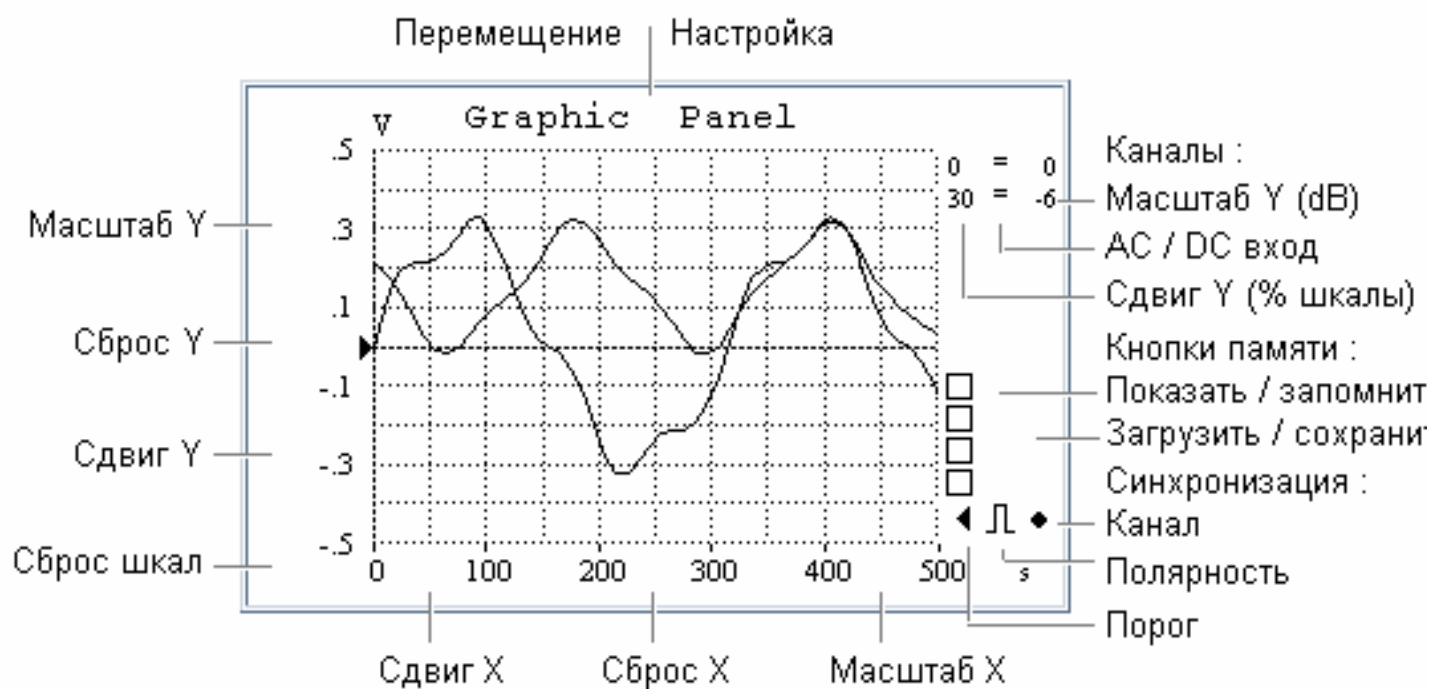
Одна из наиболее часто встречающихся задач при конструировании измерительной техники это ввод и отображение числовых поименованных значений. В традиционных измерительных приборах для этого обычно используется декадно-наборный механический или механико-электронный переключатель. Для одновременного ввода и отображения числовых поименованных значений в компьютерных приборах был разработан оригинальный программный элемент управления и индикации - "Цифровая панель". Этот компонент представляет собой алфавитно-цифровое поле, численное значение на котором изменяется поразрядно щелчками компьютерной мыши или поворотом ее колеса непосредственно на соответствующих знакоместах. Пересчет старших разрядов происходит автоматически. Предусмотрен автоповтор действия при удержании кнопки в нажатом положении более чем 0,5 секунды.

В зависимости от технических требований к прибору величины, отображаемые на цифровой панели и выходящие за пределы разрядной сетки, могут быть представлены либо в нормализованном виде, либо при помощи кратных и дробных приставок к символам размерности.

Цифровая панель является основным управляющим и отображающим элементом разработанной линейки компьютерных генераторов электрических сигналов [4 - 7]. Применение этого компонента позволило построить весьма компактные, в смысле экранного образа, компьютерные приборы с большим количеством оперативно регулируемых параметров. Так в восьмиканальном генераторе [4, 7] общее число регуляторов-индикаторов превышает 240 штук.

2. Графическая панель

Графическая панель (рис.1) управляется мышью или другим манипулятором аналогичного назначения: нажатие левой кнопки в заданной зоне уменьшает соответствующее значение, правой – увеличивает. Колесо также работает. При перемещении курсора по экрану, курсор принимает вид пиктограммы, соответствующей регулируемому параметру.



Кроме указанных на рис.1 имеются также дополнительные программные возможности:

1. Экранные измерения интервалов с одновременным отображением измерительной линии и возможностью копирования результата в буфер обмена.
2. Произвольное масштабирование необходимого участка графика и оперативный возврат к прежнему масштабу.
3. Регулировка яркости координатной сетки.

В окне дополнительных настроек (рис.2) можно задавать различные параметры отображения графической и текстовой информации, такие, как цвета, шрифты, вид и толщина линий (см. таблицу 1). Кроме того, здесь также расположены кнопки сохранения графических и числовых результатов измерений.

Таблица 1. Функции настройки внешнего вида графической панели.

Название элемента	Функция настройки
Labels	Группа «Ярлыки на осях координат»
Step	Шаг построения ярлыков
Font ±	Выбор шрифта для ярлыков
X	Размерность по оси X
Y	Размерность по оси Y
Prefix	Отображение дробной или кратной приставки
Grid	Группа «Координатная сетка»
Step	Шаг сетки
Color	Цвет сетки
Cursors	Группа «Выбор статических или анимированных курсоров»
Main	Выбор главного курсора

Aux	Выбор вспомогательных курсоров
Hints	Группа «Всплывающие подсказки на графике»
Show	Включение/выключение подсказок
Font ±	Выбор шрифта для подсказок
Color	Цвет для подсказок
Aux Color	Цвет для подсказок в режиме измерительной линии
Graph	Группа «Функции документирования графиков»
Save Image	Сохранить изображение в формате "bmp"
Copy Image	Копировать изображение в буфер обмена
Save Binary	Сохранить график в виде двоичного файла
Save As Text	Сохранить график в виде текстового файла
Save Selected	Сохранить выбранный фрагмент графика в виде текстового файла
Lines	Группа «Линии графика»
Color	Выбор цветов для линий
Default	Сброс цветов к значениям по умолчанию
Mode	Выбор способа графического отображения (см. Табл.3)
Width	Выбор толщины линии
Plot	Выбор метод построения графика (см. Табл.2)
General	Группа «Общие настройки»
Back Color	Цвет фона графика
Border Color	Цвет оформления графика
Trigger	Включение/выключение указателя уровня синхронизации
Measure Line	Включение/выключение измерительной линии
Logarithmic X	Включение/выключение логарифмического масштаба по оси абсцисс
Defaults	Сброс всех настроек к значениям по умолчанию
Common Control	Включение одновременной настройки группы родственных графических панелей
Caption	Группа «Заголовок графической панели»
Font ±	Выбор шрифта для заголовка
OK	Заккрыть окно настроек

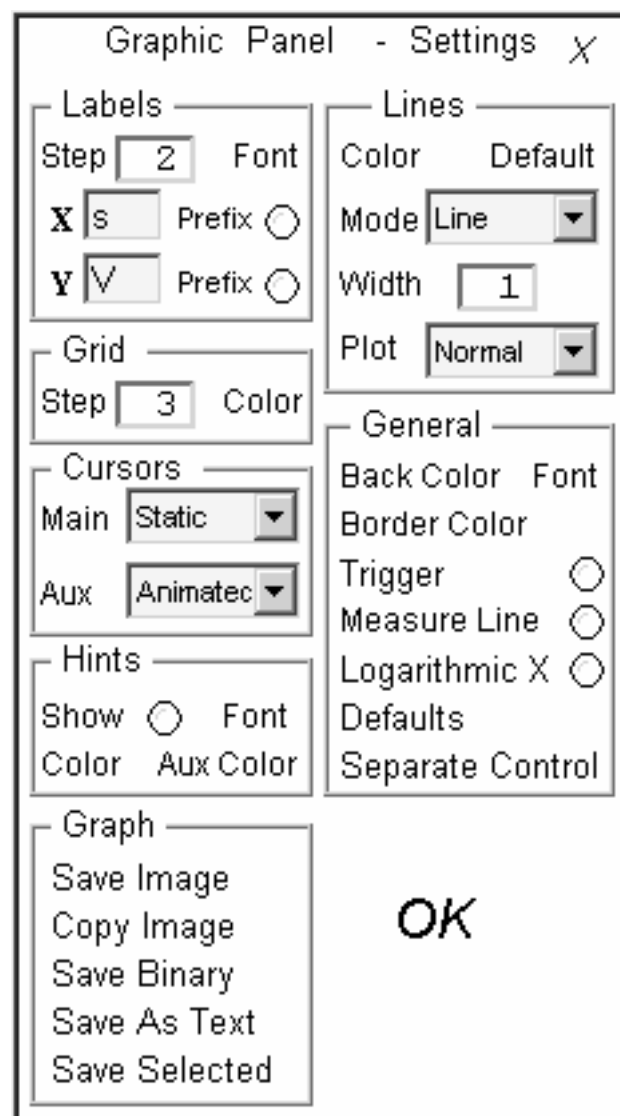
Особенностью окна дополнительных настроек является то, что все вносимые изменения немедленно отображаются на соответствующей графической панели. Это позволяет адаптировать графический интерфейс под требования оператора в интерактивном режиме.

Наиболее важным параметром, влияющим на качество представления результатов, является пункт "Lines->Plot", предназначенный для ускорения построения графиков за счет пропуска мелких деталей изображения.

Имеется пять возможных состояний (Таблица 2):

Таблица 2. Варианты построения графиков.

Режим	Метод фильтрации
Normal	рисуются все
Smooth +	сглаживаются положительные выбросы
Smooth -	сглаживаются отрицательные выбросы
Average	данные усредняются
Smart	Обобщение трех предыдущих способов. Рисуются минимум, максимум и среднее, значений, попавших в каждый единичный пиксельный интервал горизонтальной оси экрана. Зрительно выглядит близко к режиму " Normal ", но многократно быстрее.



Метод фильтрации, по возможности, выбирается исходя из предположения о физической природе отображаемых данных. По умолчанию для осциллограмм выбран режим "**Normal**", для спектрограмм - "**Smooth -**". Для визуального изучения спектрограмм шумовых сигналов целесообразно использовать режим "**Average**". Адекватное отображение результатов измерений требует внимательного выбора способа построения.

Способ графического отображения задается в окошке "Lines->Mode". Имеются следующие варианты представления данных (Таблица 3):

Таблица 3. Способы графического отображения

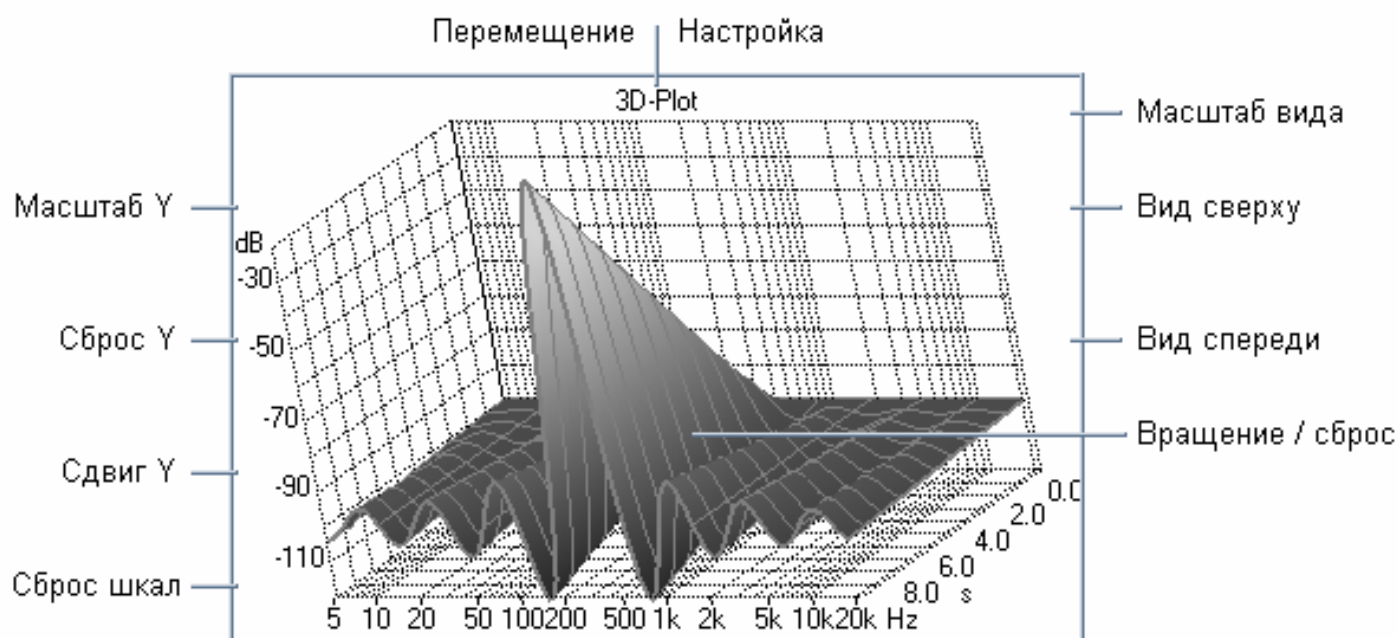
Название режима	Метод построения
Line	линейная интерполяция
Dots	отдельные точки
Bars	вертикальные отрезки с основанием на нулевой линии
Rays	лучи из начала координат
Stair	лестница, где данным соответствуют середины ступенек
Steps	отдельные ступеньки
Histogram	гистограмма

Размер отображаемых элементов (в пикселях) задается в пункте “Lines->Width”.

Графическая панель – основной элемент построения линейки комбинированных анализаторов спектра [4, 8 - 10]. Поскольку все видимые параметры графического отображения допускают гибкую и оперативную регулировку возможно построение приборов отвечающих различным техническим требованиям. Например, последняя разработка анализатора спектра [4] допускает одновременное отображение результатов измерений, на выбор, в 2, 4, 6 или 8 каналах. На рис.4 прибор изображен в 2-х канальном режиме.

3. «Трехмерная» графическая панель

«Трехмерная» графическая панель (рис.3) предназначена для отображения спектров в виде поверхности в координатах время-частота-амплитуда. Панель управляется мышью: нажатие левой кнопки в заданной зоне уменьшает соответствующее значение, правой – увеличивает. Вращение графика производится движением мыши с нажатой левой кнопкой.



Окно настройки внешнего вида трехмерного графика содержит пункты, перечисленные в таблице 4:

Таблица 4. Функции настройки внешнего вида трехмерного графика

Название пункта	Функция
Draw Caption	Рисовать заголовок
Draw Labels	Рисовать ярлыки на осях
Draw Axes	Рисовать координатные оси
Draw Grid	Рисовать координатную сетку
Draw Mesh	Рисовать сетку на поверхности графика
Draw Surface	Рисовать поверхность
Black On White	Поверхность в градациях серого цвета на белом фоне
Rainbow	Поверхность в цветовых градациях радуги от фиолетового к красному
Black To Red	Поверхность в цветовых градациях радуги от черного к красному
Dual Color	Поверхность в градациях двухцветного перехода

Single Color	Поверхность в градациях яркости одного цвета
Surface Color	Выбор цвета для одноцветного режима
Back Color	Выбор цвета фона
Caption Color	Выбор цвета заголовка
Grid Color	Выбор цвета координатной сетки
Grid Pattern	Выбор пунктира координатной сетки
Font	Выбор шрифта для ярлыков и заголовка
Save Image	Сохранить изображение графика в файл
Copy Image	Копировать изображение графика в буфер обмена
Print Image	Печатать изображение графика
Save Plot	Сохранить график в цифровом виде в файл
Load Plot	Загрузить график в цифровом виде из файла
3-D Sample 1 2	Показать образец трехмерного графика (два вида)
Show fps	Показывать быстродействие в кадрах в секунду
Defaults	Сбросить настройки в значения по умолчанию
Common / Separate Control	Одновременная / отдельная настройка всех трехмерных графических панелей
OK	Закрыть окно настроек

Все изменения в окне настроек немедленно отображаются на соответствующей трехмерной графической панели.

Быстродействие анализатора спектра в режиме отображения временной зависимости спектров в значительной мере зависит от экранного размера трехмерных графических панелей. Повышение скорости измерений кроме, как уменьшением размера «трехмерных» спектров, может быть также достигнуто изменением графического разрешения по осям времени и/или частоты. Для этого в окне диалога настройки анализатора спектра имеются регулируемые параметры «3-D t-resolution» и «3-D f-resolution». Значения по умолчанию

составляют $1/6$ и $1/3$, соответственно. Это означает, что по оси времени одна точка графика изображается приблизительно шестью пикселями на экране, а по оси частоты – приблизительно тремя пикселями. Увеличение этих значений до единицы улучшает зрительное восприятие графиков, но снижает быстродействие и наоборот.

«Трехмерная» графическая панель существенно дополняет «плоский» графический образ (п.2), позволяя визуально отслеживать динамику изучаемых сигналов в их спектральном представлении.

4. Особенности оконного интерфейса

Для максимально гибкой индивидуальной настройки внешнего вида программ разработан оконный интерфейс, обладающий рядом нетривиальных функций.

- 1) Окна могут «прилипнуть» друг к другу и далее перемещаться по экрану совместно с главным окном – панелью управления. Нажатая клавиша “Shift” освобождает от «прилипших» окон.
- 2) Окна позволяют выравнивать свои размеры по прилегающим окнам при помощи щелчка правой кнопки мыши на соответствующей границе окна.
- 3) Два расположенных рядом окна могут быть сделаны одинаковой ширины (или высоты) щелчком правой кнопки мыши на границе раздела окон.
- 4) Для повышения эргономичности программ большинство окон допускают свободное масштабирование без ограничений. Вместе с увеличением или уменьшением размера окна пропорционально изменяются и размеры всех входящих в него текстовых и графических элементов. Это позволяет обеспечить комфортную работу на компьютере с дисплеем, имеющим любое разрешение.

Такой оконный интерфейс используется для всех разработанных компьютерных приборов [4 - 10].

Выводы

Разработаны концепция и алгоритм функционирования оригинальных интерфейсных программных компонент, «территориально» сочетающих в себе функции управления и отображения: цифровой и графических панелей. В них используется идея зон управления без графически выделенных границ, но с логической привязкой к управляемым параметрам. Разработан эргономичный оконный интерфейс, обладающий рядом нетривиальных функций.

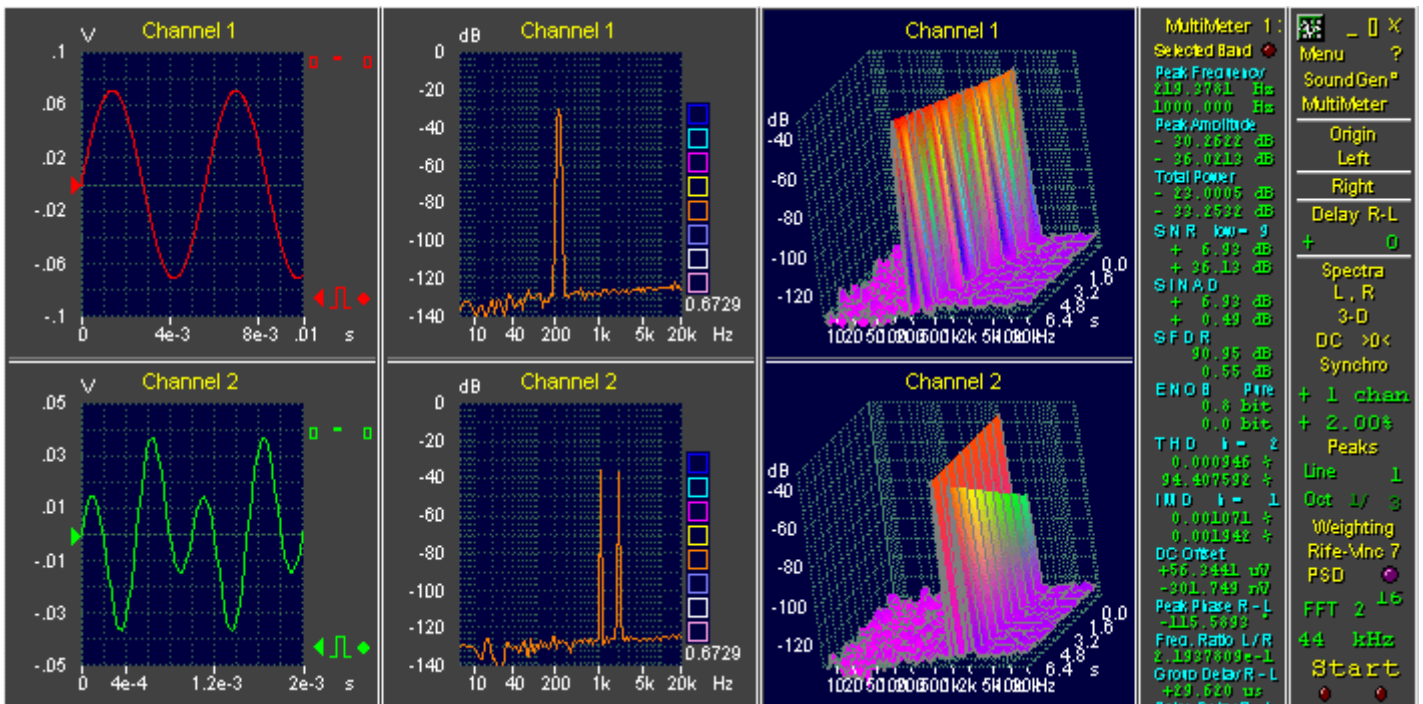
Представлено описание конкретной реализации интерфейса в виде компонент входящих в программные библиотеки статической или динамической компоновки.

Автору не известны аналоги данных разработок ни среди свободного, ни среди коммерческого программного обеспечения.

В настоящее время анализируется вопрос о целесообразности регистрации разработок в фонде алгоритмов и программ.

Практическое применение. Заключение.

С использованием описанных выше интерфейсных компонент был построен компьютерный комбинированный анализатор спектра реального времени [4, 8 - 10], внешний вид которого представлен на рис.4. Этот прибор входит в состав компьютерного измерительного комплекса [4 - 10], применяемого для акустических исследований в инфразвуковом и звуковом диапазонах частот.



Компьютерный измерительный комплекс, разработанный автором на основе описанных выше интерфейсных компонент, используется для физических исследований и за рубежом [11,12].

Удобство эксплуатации разработанных интерфейсных элементов также может оценить каждый заинтересованный читатель, совершенно свободно скачав с сайта [4] разработанные программы и установив их на свой компьютер.

Литература

1. Sound Technology. // (Электронный ресурс). Campbell, USA, 2009, URL: <http://www.soundtechnology.com> (дата обращения: 22.10.2009).
2. Muller U. AudioTester. // (Электронный ресурс). Wuppertal, Germany, 2003, URL:

<http://www.audiotester.de> (дата обращения: 22.10.2009).

3. Палто С.П. "Эффекты молекулярного поля в пленках Ленгмюра-Блоджетт: оптика и Штарк-спектроскопия". Автореферат дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. Ин-т кристаллографии РАН, Москва, 1998, 52 с.
4. Шмелёв О.Я. Компьютерный измерительный комплекс. // (Электронный ресурс). Москва, 2009, URL: <http://shmelyoff.nm.ru/index.htm#Russian>, <http://www.corbina.ru/~shmelyoff/index.htm#Russian> (дата обращения: 22.10.2009).
5. Шмелёв О.Я. Компьютерный генератор звуковых частот. Приборы и техника эксперимента, 2005, N 1, с.166.
6. Шмелёв О.Я. Двухканальный многотоновый компьютерный генератор звуковых частот. Измерительная техника, 2006, N 1, с.39-40.
7. Шмелёв О.Я. Многофазный генератор электрических сигналов звуковых и инфразвуковых частот. Приборы и техника эксперимента, 2009, N 2, с.170-172.
8. Шмелёв О.Я. Компьютерный анализатор спектра реального времени. Приборы и техника эксперимента, 2005, N 4, с.151-153.
9. Шмелёв О.Я. Двухканальный программный анализатор спектра реального времени. Измерительная техника, 2006, N 5, с.61-64.
10. Шмелёв О.Я. Точность вычислений компьютерного анализатора спектра реального времени. Измерительная техника, 2007, N 2, с.62-65.
11. O'Keeffe D. Using a Guitar to investigate the relationship between the Frequency of a Stretched String and its Length. Physical Sciences Magazine, Limerick Education Centre, Limerick, Ireland, September 2007 Issue 8, p.15-17, URL: http://physics.slss.ie/resources/Physical_Sciences_No_8.pdf(дата обращения: 14.12.2009).
12. Masterson B. Physics of Open and Closed Pipes: The Overtone Pipe. Physical Sciences Magazine, Limerick Education Centre, Limerick, Ireland, January 2009, Issue 11, p.34-35, URL: [http://physics.slss.ie/resources/Jan_2009_Issue_11\(1\).pdf](http://physics.slss.ie/resources/Jan_2009_Issue_11(1).pdf) (дата обращения: 22.10.2009).

Подписи к рисункам

Рис.1. Графическая панель

Рис.2. Окно дополнительных настроек графической панели

Рис.3. «Трёхмерная» графическая панель

Рис.4. Компьютерный комбинированный анализатор спектра

Подписи к таблицам

Таблица 1. Функции настройки внешнего вида графической панели.

Таблица 2. Варианты построения графиков.

Таблица 3. Способы графического отображения

Таблица 4. Функции настройки внешнего вида трехмерного графика