



## Виртуальная измерительная лаборатория PowerGraph

Измайлов Д.Ю., Московский Государственный  
Университет им. М.В. Ломоносова, Россия

Любая измерительная система, построенная на базе персонального компьютера, состоит из двух частей - аппаратной и программной. Выбор аппаратной части в наше время уже не является проблемой, так как на рынке представлен широкий ассортимент устройств сбора данных различных производителей. Аппаратная часть выполняет две основные функции - преобразование сигналов в цифровую форму и передачу данных в компьютер, но это лишь небольшая часть функций при проведении любых измерений. Львиная доля нагрузки "ложится на плечи" программного обеспечения (ПО) - управление устройствами и процессом регистрации, накопление и хранение данных, визуализация, редактирование, обработка и анализ сигналов. Именно с программным обеспечением взаимодействует пользователь в процессе работы, поэтому качество и эффективность любой измерительной системы зависят в конечном итоге от функциональных возможностей ее программной части.

Стандартным и порой единственным решением при создании измерительных систем является разработка собственного программного обеспечения. Этот путь всегда требует опыта и знаний в области программирования, а также существенных затрат сил и времени, которые могут превысить затраты, необходимые на проведение измерений. Конечно, современные средства быстрой разработки и графического программирования облегчают написание программ, но при создании полноценного многофункционального ПО выбор и использование этих инструментов не играет определяющей роли, так как основная работа в этом случае связана с проектированием архитектуры и разработкой логики программного обеспечения, а не с кодированием.

Разработка нового ПО целесообразна при отсутствии готовых программ, решающих поставленные задачи, или если основной целью является повышение личной квалификации в программировании, а не проведение измерений и исследований. В остальных случаях наиболее эффективным решением является использование готового программного обеспечения.

Существующее программное обеспечение в области компьютерных измерений можно условно разделить на три группы. К первой группе относятся дорогостоящие комплексы промышленной автоматизации, предназначенные для использования в рамках предприятия. Такие комплексы обладают высоким уровнем функциональности, но зачастую требуют длительной и трудоемкой подготовки и настройки, что не всегда приемлемо для индивидуального конечного пользователя.

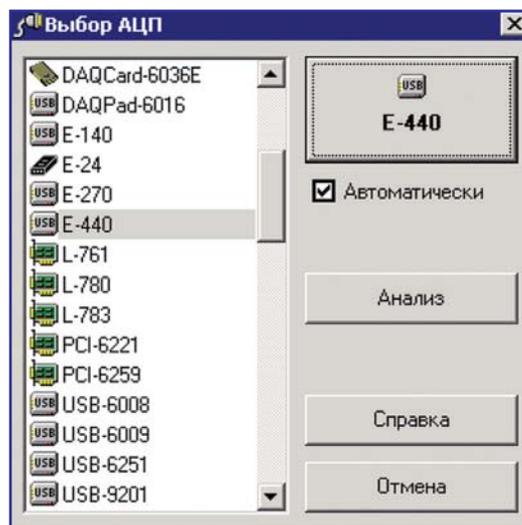
Вторую группу составляет программное обеспечение, разработанное производителями измерительной аппаратуры и поставляемое в комплекте с их продукцией. Основной задачей такого ПО является проверка работоспособности устройств и сохранение данных на компьютере, поэтому его функциональные возможности, как правило, весьма ограничены - визуализация короткого временного участка сигналов в осциллографическом режиме и запись данных в файл на диске. Кроме того, программы, поставляемые в комплекте с оборудованием, создаются с учетом специфики продукции только данного производителя и поэтому не обладают необходимой степенью гибкости и универсальности. Ведь

очень часто в лабораториях и исследовательских центрах используется оборудование и программное обеспечение разных производителей, что создает определенные неудобства при сборе, обработке и анализе данных, не говоря уже об обмене данными между исследователями.

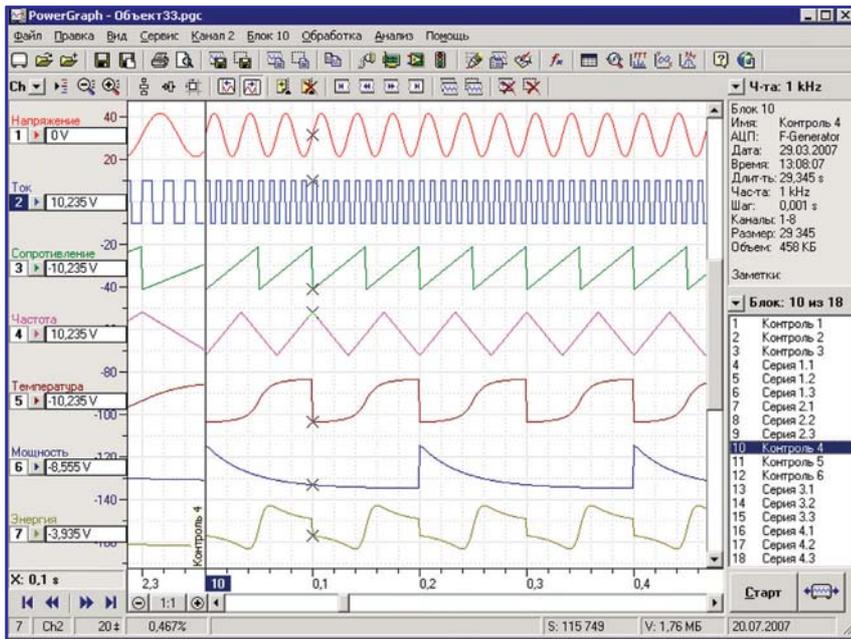
В третью группу входит независимое программное обеспечение, ориентированное на индивидуального конечного пользователя и обладающее достаточной для большинства задач универсальностью и функциональностью. К этой группе относится и предлагаемый вниманию программный пакет PowerGraph, который обеспечивает не только регистрацию сигналов, но и полный спектр операций визуализации, печати, редактирования, обработки и анализа полученных данных.

### Устройства сбора данных

В состав программного пакета PowerGraph входит постоянно расширяемая библиотека драйверов раз-



Для использования любого устройства достаточно выбрать его из списка при загрузке программы.



Главное окно программы содержит все необходимые элементы управления, графики каналов, список и параметры записанных блоков данных.

личных устройств. Помимо поддержки серийной продукции российских и зарубежных производителей (Л-Кард, Центр АЦП, Сигнал, Аурус, National Instruments, Measurement Computing, Texas Instruments), пакет PowerGraph поддерживает ряд специализированного оборудования и поставляется в его составе в качестве стандартного программного обеспечения. В PowerGraph имеются также дополнительные функции получения данных, расширяющие области его применения: регистрации сигналов с помощью звуковой карты и игрового порта компьютера, регистрация данных с GPS-приемников, регистрация системных параметров операционной системы (загрузка процессора, использование памяти), регистрация перемещения курсора мыши на экране и использование виртуальных математических генераторов сигналов.

Все программы в составе пакета PowerGraph обладают аппаратно-независимой архитектурой, индивидуальные особенности и возможности каждого устройства (например, настройки физических входов - однополюсные или дифференциальные) реализованы и доступны на уровне конкретного драйвера. Кроме индивидуальных настроек каждого устройства, PowerGraph включает общие функции подготовки к проведению измерений: предварительный мониторинг входных сигналов, выбор оптимального диапазона измерений, ввод индивидуального названия и единиц измерения каждого канала, а

также проведение калибровки входных сигналов для преобразования единиц измерения устройства (обычно Вольты или коды АЦП) в реальные единицы измеряемой величины (градусы, килограммы, метры и т.п.). Общие настройки регистрации данных предусматривают выбор производного набора каналов, использование любых частот дискретизации, поддерживаемых устройством, а также использование аппаратной и программной синхронизации (счетчики, таймеры, по уровню сигналов с записью пред- и пост-истории). Кроме регистрации данных в PowerGraph существует возможность управления дополнительными компонентами устройств - цифровыми и цифро-аналоговыми выходами (например, автоматическое управление состоянием цифровых выходов по уровню входных сигналов).

### Регистрация и редактирование данных

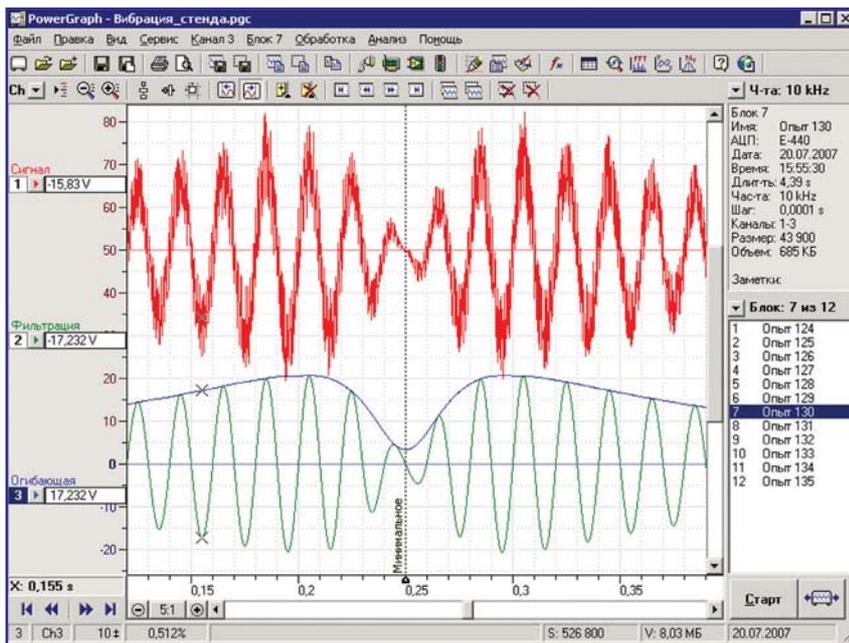
Программный пакет PowerGraph состоит из основной программы и набора специализированных утилит. Основная программа PowerGraph представляет собой компьютерный самописец, обладающий не только всеми возможностями обычных ленточных самописцев, но и функциями редактирования, обработки и анализа записанных данных. В отличие от часто используемого в компьютерных программах осциллографического режима, программа PowerGraph осу-

ществляет запись сигналов на "бумажную ленту" с возможностью прокрутки и просмотра любого ее участка в любой момент времени.

Как правило, исследования состоят из серии измерений, но в большинстве компьютерных программ данные каждого измерения сохраняются в отдельный файл, что в результате приводит к накоплению большого количества файлов. Работа с большим количеством файлов имеет ряд неудобств, связанных с многочисленными операциями открытия, обработки и сохранения, а также с размещением на экране графических данных нескольких файлов и переключением между окнами. В программе PowerGraph используется другой подход - при каждом запуске измерений данные записываются в один и тот же файл в виде последовательности независимых блоков. Пользователь имеет возможность самостоятельно решать, когда завершить запись текущего файла, начать запись нового файла или продолжить регистрацию данных в уже существующий файл. Такая система записи облегчает работу с данными, так как серия однотипных измерений может содержаться в одном файле (например, все измерения за один день или все измерения одного из исследуемых объектов). Блочная система записи обладает также следующими преимуществами: отображение на экране графических данных нескольких измерений, единый масштаб и положение каждого графика во всех блоках, возможность сквозной обработки сигналов по всем блокам.

Кроме графических данных программа PowerGraph содержит список блоков и позволяет двойным щелчком на соответствующем элементе списка быстро переходить на ленте записи к любому из них. Для идентификации каждого блока пользователь может ввести его индивидуальное название, а также свои заметки и примечания (например, описание условий и задач проведения данного измерения). Для каждого блока автоматически фиксируется и отображается на экране полезная дополнительная информация: тип устройства, дата и время начала записи, частота, длительность, размер и объем данных.

Программа PowerGraph позволяет осуществлять с блоками данных стандартные операции редактирования: перемещение блоков в соответствии с более логичной последова-



**Обработка сигналов: частотная фильтрация и построение огибающей амплитудно-модулированного сигнала.**

тельностью проведения измерений, удаление и дублирование блоков, а также добавление блоков из других файлов. Программа позволяет также выделять произвольный временной участок сигналов внутри блока для проведения дополнительных операций редактирования - удаление лишних данных и копирование выделенного участка в новый блок. Кроме операций редактирования, выделение временного участка используется для ограничения объема данных (для создания выборки) во всех инструментах анализа и при экспорте сигналов в различные файловые форматы.

Программа PowerGraph позволяет устанавливать на ленте записи текстовые метки (комментарии), обозначающие определенный момент на шкале времени. Использование текстовых меток позволяет фиксировать различные события, возникающие в процессе регистрации, разделять непрерывный набор данных на логические участки и отмечать на ленте записи отдельные значения сигнала (например, максимальное или минимальное).

### Визуализация и печать данных

В компьютерных программах обычно встречаются два основных варианта визуализации большого количества графиков. В первом варианте все графики отображаются на одном графическом дисплее с общей шкалой, что существенно затрудняет

визуальное восприятие в результате наложения графиков друг на друга. Во втором - каждый график отображается в отдельном независимом дисплее, что ограничивает пространство для его отображения и не позволяет совмещать отдельные графики для сравнения.

Программа PowerGraph предоставляет пользователю полную свободу в размещении графиков на экране, так как все графики отображаются на общей ленте записи, но каждый из них имеет собственную независимую шкалу амплитуды. В общем случае графики равномерно распределены по вертикали, как на обычных ленточных самописцах, но программа позволяет свободно перемещать графики, а также использовать режимы совмещения масштабных сеток и нулевых линий. Для каждого графика можно установить индивидуальный масштаб шкалы амплитуды или использовать общие для всех графиков команды выбора и изменения масштаба шкалы.

Программа PowerGraph позволяет ввести для каждого канала контрольные уровни, которые отображаются на дисплее в виде дополнительных горизонтальных линий, соответствующих указанному значению на шкале амплитуды. Контрольные уровни используются для визуализации возможных или допустимых диапазонов изменения сигналов, а также для определения точек, в которых амплитуда сигналов достигает заданного значения.

Печать графических данных одна из важнейших функций современных компьютерных программ. Особенностью PowerGraph является печать графических данных в масштабе стандартной миллиметровой бумаги, используемой в обычных ленточных самописцах. При печати используются текущие настройки визуализации, что облегчает процесс изменения параметров печати и позволяет получить на бумаге точную копию экранного изображения. Дополнительные функции печати включают предварительный просмотр печатных страниц, выбор печати всего файла, отдельного блока или области выделения, печать параметров регистрации и заметок пользователя вместе с графическими данными, экспорт печатных страниц в формате масштабируемых векторных рисунков.

### Обработка данных

PowerGraph включает обширную библиотеку функций математической и цифровой обработки сигналов. В состав этой библиотеки входит более 200 функций, объединенных в различные категории:

- копирование, калибровка и нормализация сигналов;
- арифметические и логические операции с каналами;
- сглаживание сигналов с различными весовыми окнами;
- частотная и амплитудная фильтрация;
- дифференцирование и интегрирование;
- обработка циклических сигналов;
- обработка сигналов по формуле полинома;
- построение огибающей амплитудно-модулированного сигнала;
- тригонометрические, логарифмические и другие математические функции.

Большая часть функций может быть использована непосредственно в процессе регистрации для вычислений в режиме реального времени.

Процесс проведения вычислений в программе PowerGraph весьма прост и похож на способ вычислений по формулам, используемый в Microsoft Excel. Для проведения вычислений необходимо выбрать функцию, указать канал(ы) с исходными данными и канал-приемник расчетных данных. Результаты вычислений могут быть скопированы в любой из каналов, что позволяет создавать новые каналы с расчетными данными или заменять данные в суще-

ствующих каналах. Программа автоматически запоминает для каждого канала формулу последних вычислений, что ускоряет повторную обработку канала с помощью соответствующих команд меню. Кроме того, программа PowerGraph позволяет создавать протоколы вычислений в виде набора формул для повторного использования сложных алгоритмов обработки.

Обработка сигналов в PowerGraph включает также прореживание (децимацию) данных с различными вариантами формирования результатов: вычисление среднего и медианы, выбор максимального, минимального или одного из значений исходных данных.

### Анализ данных

PowerGraph предоставляет возможность вычисления статистических, дифференциальных и интегральных характеристик сигналов по всем данным каждого блока и по выделенному участку. Результаты вычислений сохраняются в файл вместе с исходными данными в виде текстовых таблиц значений. Кроме расчетных величин в таблицу значений могут быть

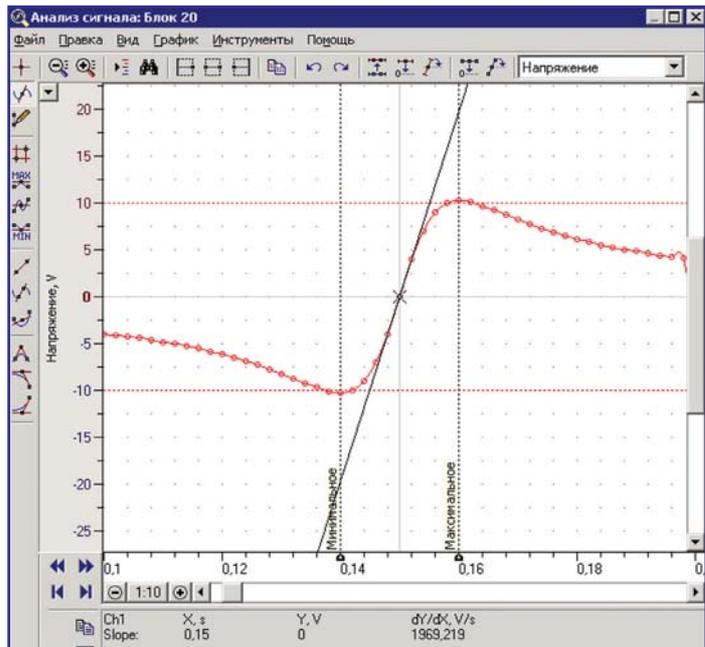
добавлены параметры блока и области выделения, значения сигналов в отдельных точках, а также произвольные значения и текст, введенные пользователем.

Основу любого анализа данных составляют математические вычисления с табличным представлением результатов, однако

во многих случаях бывает полезным представить результаты вычислений в виде дополнительных построений на графиках исходных сигналов. Программа PowerGraph предоставляет такую возможность с помощью специа-

лизированных графических инструментов, которые включают следующие функции:

- построение проекций на оси времени и амплитуды в отдельных точках сигнала;



Анализ сигналов: вычисление угла наклона и построение касательной в точке сигнала.

# colorGRAF

## Индустриальный PC-контролер з графічним кольоровим дисплеєм

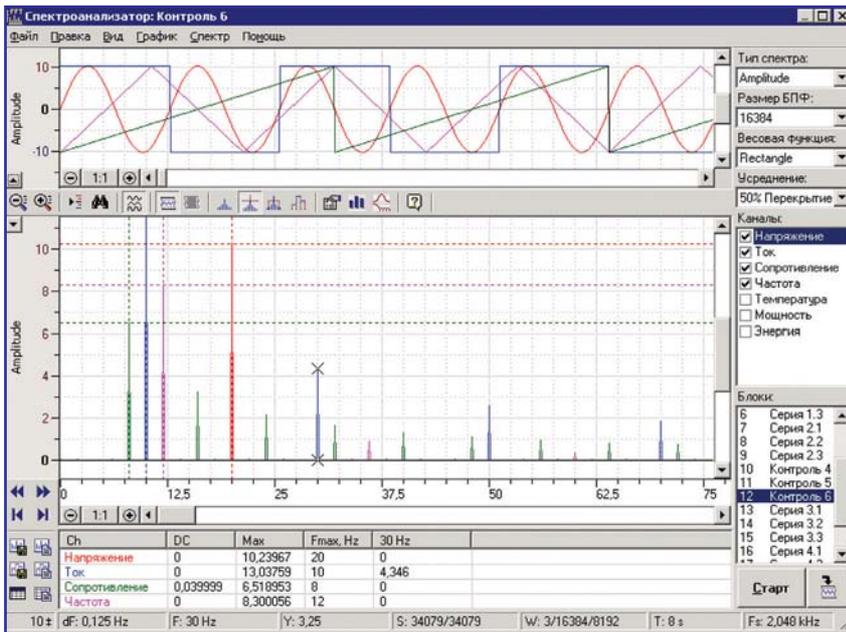
- 6.4" TFT LCD 640\*480 VGA
- безкулерна плата PC/104 166-500МГц, ОЗУ від 128МВ
- IDE Flash диск 256МБ - 4ГБ
- 2\*RS-232/485 з гальванічною розв'язкою
- LAN 10/100Mbps, 2\*USB1.1/2.0
- живлення +10..+30В
- розширення 1\*PC/104
- робоча ОС: DOS, WinCE, WinXPE, LINUX, QNX
- робоча температура 0 .. +50°C



**ХОЛИТ™ Дейта Системс**

(044) 241-8739, 492-3108(09) www.holit.ua





"Спектроанализатор" позволяет строить и регистрировать частотные спектры сигналов.

- расчет угла наклона и построение касательной в отдельной точке сигнала;
- поиск максимального, минимального и вычисление среднего значения на участке сигнала;
- расчет и построение линейного тренда на участке сигнала;
- построение произвольной прямой и прямой, проходящей через две точки сигнала;
- определение точек пересечения касательных и проекций.

Кроме визуализации результатов вычислений, дополнительные графические инструменты используются для редактирования сигналов: смещение сигнала на величину расчетного значения; поворот сигнала на угол наклона прямой; замена исходных точек сигнала точками, лежащими на прямой (например, для замены зашумленного участка сигнала линией тренда). Функции редактирования включают также изменение значения любой точки сигнала путем ее перемещения вдоль шкалы амплитуды с помощью мыши.

Программа PowerGraph содержит многофункциональный спектроанализатор, позволяющий осуществлять частотный анализ сигналов, в том числе в процессе регистрации. К основным возможностям спектроанализатора относятся: построение различных типов спектральных графиков (спектр амплитуды, спектры мощности и усиления в dB, фазово-частотные спектры, спектры комплексных составляющих), выбор размера спектра и весовой функции, а также усреднение спектров длительных сигналов с различной степенью перекрытия

## USB пристрої збору даних



### NI USB-6008/6009

аналоговий ввід 8SE/4DI, 12/14 біт частота перетворення 10/48кГц, аналоговий вивід 12біт, 2 канала, 32-х розрядний лічильник, клемні з'єднувачі, USB кабель, драйвер

### NI USB-9233

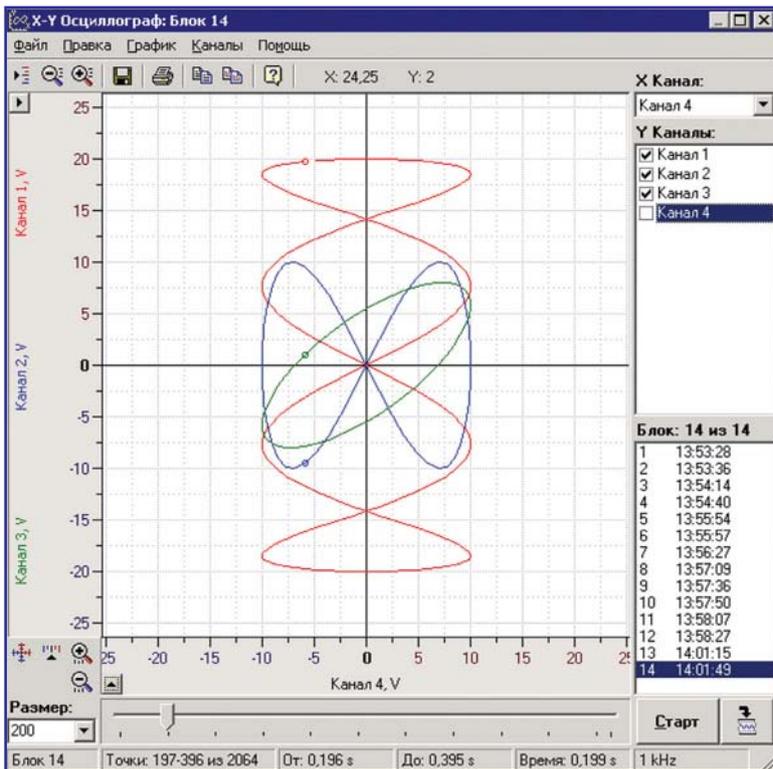
аналоговий ввід віброакустичних сигналів, 4 канала, 24біт, 50кГц, 102дБ підтримка IEPЕ датчиків



www.holit.ua  
info@holit.ua

## ХОЛИТ Дейта Системс

авторизований партнер фірми NATIONAL INSTRUMENTS в Україні



"X-Y Осциллограф" позволяет строить и регистрировать параметрические графики зависимости одного сигнала от другого.

В программе PowerGraph используется эффективный формат файлов, который позволяет хранить большое количество независимых блоков, различные настройки визуализации и регистрации сигналов, формулы вычислений, таблицы расчетных значений, а также текстовые заметки и комментарии пользователя. Для пользователей-программистов, разрабатывающих специализированные программы обработки и анализа сигналов, предоставляется возможность получения данных непосредственно из файлов PowerGraph с помощью библиотеки COM/ActiveX-компонентов. Возможность прямого чтения данных из файлов позволяет отказаться от промежуточного конвертирования данных в громоздкие текстовые или другие типы файлов и обеспечивает независимость от формата файлов в собственных программах.

### Дополнительные утилиты

Кроме основной программы, в состав пакета PowerGraph входит набор дополнительных утилит, выполняющих специализированные функции:

- использование устройства сбора данных в качестве цифрового вольтметра;
- автоматическая запись серии файлов через заданные интервалы времени;
- быстрый просмотр и поиск файлов, содержащих аналоговые сигналы;
- разделение больших файлов на серию файлов меньшего размера;
- экспорт данных в различные файловые форматы.

спектральных окон. Дополнительно спектроанализатор позволяет разделять шкалу частот на отдельные полосы (октавные, третьоктавные, с равномерным шагом, произвольные) и вычислять в этих полосах итоговые статистические значения (максимальное, минимальное, среднее, уровни звукового давления). Результаты спектрального анализа можно экспортировать в текстовом формате в виде таблицы или сохранить в файл вместе с исходными сигналами в виде отдельного блока данных. При сохра-

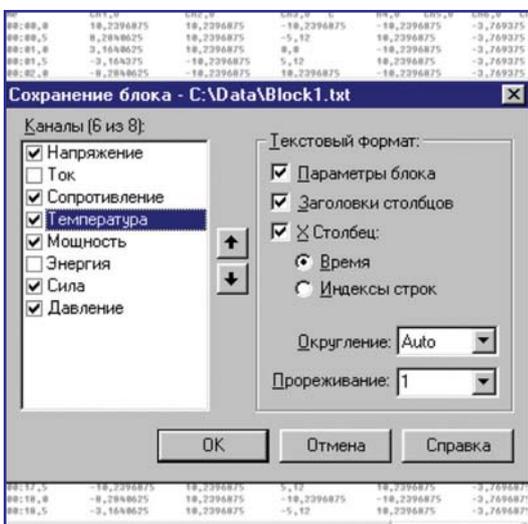
нении в отдельный блок данных появляется возможность проведения со спектрами любых математических операций с помощью описанных выше функций обработки сигналов.

Возможности анализа сигналов включают также построение и регистрацию параметрических графиков (зависимость одного сигнала от другого) и построение гистограмм распределения амплитуды сигналов.

### Импорт и экспорт данных

Программа PowerGraph предоставляет возможность импорта и экспорта данных в текстовом, звуковом и двоичном форматах (поддерживаются двоичные форматы, используемые различными производителями оборудования). При экспорте данных возможен выбор произвольного набора каналов, изменение порядка следования каналов (последовательности столбцов в текстовом файле), прореживание данных, а также включение дополнительной информации (параметры записи, заголовки столбцов, заметки и комментарии).

*Формат журнальной статьи не позволяет подробно описать все функции и возможности программного пакета PowerGraph. Дополнительную информацию можно получить в Интернет по адресу - [www.powergraph.ru](http://www.powergraph.ru), где доступны подробные справочные материалы, список поддерживаемого оборудования, а также демонстрационная версия, позволяющая протестировать возможность применения PowerGraph для различных задач регистрации, обработки и анализа сигналов.*



Экспорт - позволяет копировать, сохранять данные произвольного набора каналов.

**КОНТАКТЫ:**  
 тел: 8-107-495-961-47-30  
 e-mail: soft@powergraph.ru