

# PowerGraph

## часть 1 - подготовка к измерениям

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

Этой статьей открывается цикл публикаций по работе с программным пакетом PowerGraph, стремительно набирающим популярность в Украине (см. ПИКАД №3, 2007). Отличительными чертами PowerGraph являются поддержка широкого спектра оборудования, простота и наглядность пользовательского интерфейса, сочетающиеся с эффективным динамическим представлением графических данных. Работа с PowerGraph не требует умения программировать, но позволяет даже начинающим пользователям применять мощные функции цифровой обработки и анализа сигналов. В цикле статей будут рассмотрены не только основы работы с PowerGraph, но и общие вопросы измерений с помощью компьютеров, оснащенных платами и модулями АЦП. Первая статья цикла посвящена ключевым аспектам подготовки к проведению измерений.

Программный пакет PowerGraph предназначен для регистрации, визуализации, обработки и анализа сигналов и позволяет использовать персональный компьютер в качестве стандартных измерительных и регистрирующих приборов - вольтметров, самописцев, осциллографов, спектроанализаторов. Основным источником сигналов для PowerGraph являются устройства сбора данных, осуществляющие преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму и передачу их в компьютер. Уже сегодня PowerGraph позволяет работать с серийной продукцией ведущих российских и зарубежных производителей: "L-Card", "Центр АЦП", "Сигнал" (все - Россия), "ХОЛИТ Дэйта Системс" (Украина), "National Instruments" (США). И список поддерживаемого измерительного оборудования постоянно пополняется. Однако, возможности получения данных не ограничиваются только работой с устройствами аналого-цифрового преобразования. Как универсальный инструмент, PowerGraph может использовать любые доступные источники цифровой информации - виртуальные генераторы сигналов, компьютерные устройства ввода и звукозаписи, системные параметры операционной системы, а также специализированные датчики и приборы, подключаемые к компьютеру. Разнообразие используемых источников сигналов весьма велико, но все они обозначается в PowerGraph единым термином - АЦП.

Основной целью применения компьютера в области измерений является регистрация данных в цифровом виде. Но процессу регистрации всегда предшествует ключевой этап подготовки и настройки измерительной системы. PowerGraph не является исключением и перед началом измерений предполагает выполнение ряда предварительных действий:

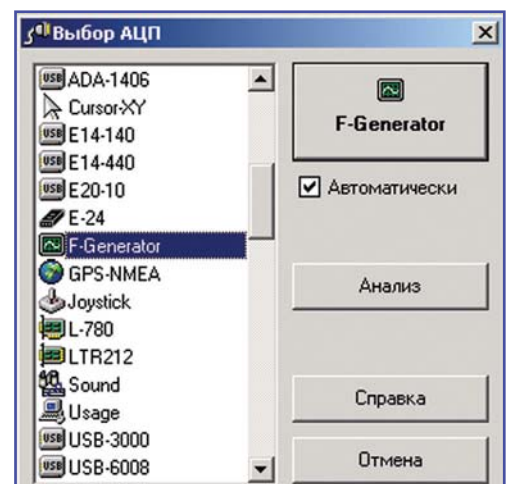
- выбор устройства сбора данных;
- аппаратная настройка устройства;
- настройка регистрируемых каналов;
- калибровка входных сигналов.

Программный пакет PowerGraph включает основную программу (собственно PowerGraph) и набор специализированных утилит. Далее речь пойдет о работе с основной программой, но большинство описываемых операций являются общими для всех программ. Например, во всех программах пакета PowerGraph команды, связанные с настройками и подготовкой к измерениям, располагаются в меню **Сервис**.

### Выбор устройства

Работа с PowerGraph начинается с выбора устройства, используемого в качестве источника сигналов. При

запуске PowerGraph появляется диалоговое окно **Выбор АЦП**, содержащее список всех поддерживаемых устройств. Для продолжения работы необходимо указать в списке устройство и нажать кнопку с именем выбранного устройства в правой верхней части окна. Переключатель **Автоматически** позволяет автоматизировать выбор при следующих запусках программы - для регистрации сигналов будет применяться это же устройство. Возможность автоматического выбора полезна, если Вы



постоянно используете только одно устройство.

Кнопка **Анализ** позволяет отказаться от выбора устройства, но продолжить загрузку программы для работы с записанными данными. В этом режиме отключена возможность регистрации, но доступны все функ-

ции редактирования, обработки и анализа сигналов, а также все операции с файлами.

После выбора устройства программа пытается обнаружить его и установить с ним связь. В случае успеха окно выбора закрывается и появляется основное окно программы. Обнаружение устройства не требует от пользователя никаких дополнительных действий и настроек. Программа самостоятельно осуществляет поиск, опрашивая все доступные порты или каналы связи компьютера. Исключения составляют устройства, допускающие удаленное взаимодействие по сети (например, крейтовая система LTR компании L-Card), в этом случае программа дополнительно предложит указать имя или IP-адрес удаленного компьютера, к которому подключено устройство. Если устройство не обнаружено или недоступно (например, монополюбно используется другой программой), то появится соответствующее информационное сообщение.



Выбор устройства возможен не только при запуске PowerGraph. В процессе работы с программой можно использовать команду **Выбор АЦП...** в меню **Сервис** для изменения текущего устройства или включения/выключения автоматического выбора.

Список поддерживаемого в PowerGraph оборудования кроме реальных АЦП также содержит весьма полезные устройства (а точнее программные драйверы), предназначенные для решения специализированных задач:

■ **F-Generator** - виртуальный генератор функций. Этот драйвер математически генерирует гармонические сигналы (синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, треугольный и другие), позволяя изменять их амплитуду, частоту, фазу и даже разрядность. Вы можете использовать F-Generator для изучения функциональных возможностей PowerGraph, проверки различных алгоритмов обработки и анализа на эталонных сигналах или при отсутствии устройства сбора данных.

■ **Cursor-XY** - регистрация положения курсора мыши на экране по вертикали и горизонтали. Позволяет рисовать сигнал "от руки".

■ **Joystick** - регистрация положения рычагов игровых манипуляторов. Принцип работы стандартного игрового порта компью-

тера основан на измерении сопротивления переменных резисторов аналоговых джойстиков. К такому многоканальному измерителю сопротивлений можно подключать не только игровые манипуляторы, но и более полезные резистивные датчики - фоторезисторы, термопары и т.п.

■ **Sound** - регистрация сигналов с любой звуковой карты. Позволяет использовать PowerGraph в качестве звукового редактора (функции работы со звуковыми WAV-файлами тоже поддерживаются), а звуковую карту - не только для записи звука.

■ **Usage** - регистрация загрузки центрального процессора и использования памяти в %. Вы, вероятно, видели эту информацию в диспетчере задач Windows, но в PowerGraph она не исчезает бесследно, а регистрируется в каждый момент времени. Эффективность работы компьютера и активность пользователя тоже могут быть предметом исследования.

■ **GPS-NMEA** - получение данных от навигационных GPS-приемников, подключенных к COM-порту компьютера (NMEA - стандартный текстовый протокол GPS). Позволяет регистрировать перемещение в направлениях юг-север и запад-восток, расстояние от точки старта, а также скорость и направление движения.

Как Вы видите, области применения PowerGraph очень разнообразны. Пожалуй, единственное, что пока осталось "за кадром", это получение данных в реальном времени через Интернет, например, для отображения изменений курсов акций, валют и другой финансовой информации.

### Аппаратные настройки устройства



У каждого устройства сбора данных есть индивидуальные аппаратные настройки, связанные с особенностями его работы. Команда **Настройки "[тип устройства]"...** в меню **Сервис** вызывает диалоговое окно аппаратных настроек используемого устройства. Это окно может содержать несколько вкладок, соответствующих дополнительным компонентам и функциям устройства:

■ **Общие (General)** - отображает информацию об устройстве (тип и серийный номер, тип и частота

микроконтроллера или процессора), а также может содержать настройки аппаратной синхронизации (использование внешних тактовых импульсов и сигналов запуска) или дополнительные опции устройства;

■ **АЦП (ADC)** - настройки каналов АЦП;

■ **ЦАП (DAC)** - настройки каналов ЦАП;

■ **ЦВВ (DIO)** - управление цифровыми входами и выходами.

В состав пакета PowerGraph входят справочные материалы с описанием аппаратных настроек всех поддерживаемых устройств. Вызов справки окна аппаратных настроек открывает описание для текущего устройства.

Наиболее важными среди аппаратных настроек являются настройки каналов АЦП. У большинства устройств общего назначения существует возможность выбора типа подключения аналоговых сигналов - **дифференциальное** или **однопроводное** (с общей землей). Для правильной регистрации данных кроме физического подключения сигналов необходимо также настроить само устройство на измерения в дифференциальном или однопроводном режиме, а это уже задача программного обеспечения. Такая настройка осуществляется за счет разделения каналов АЦП на "физические" и "логические":

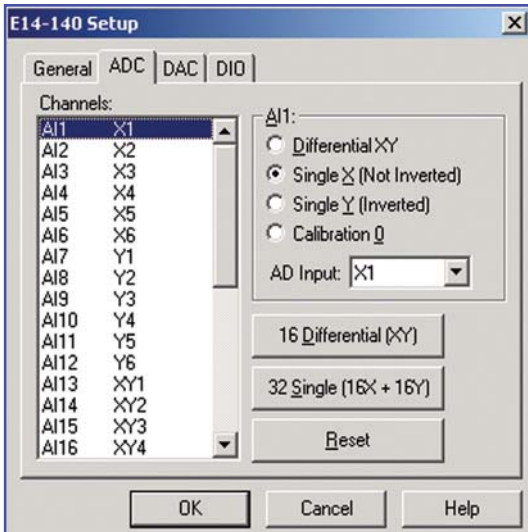
■ **Физические каналы** - физические входы на внешнем разъеме устройства, к которым подключаются источники аналоговых сигналов;

■ **Логические каналы** - программные каналы, в которые осуществляется запись данных.

Рассмотрим использование физических и логических каналов на примере устройств L-Card (внешние модули **E14-140**, **E14-440** и встраиваемые в PC платы **L-761**, **L-780**, **L-783** и **L-791**), которые имеют на внешнем разъеме 32 входа для подключения сигналов.

Все входы делятся на две группы, которые обозначаются как **X** и **Y** с нумерацией от 1 до 16. При однопроводном подключении источников сигналов измерения выполняются между общей землей и одним из входов X или Y. При дифференциальном же подключении - между входом X (неинвертирующий) и входом Y (инвертирующий) с одинаковыми номерами. Таким образом, в однопроводном режиме доступны 32 физических канала X1..X16 и Y1..Y16, а

в дифференциальном - 16 физических каналов XY1..XY16. Логические каналы обозначаются AI (Analog Input) с последовательной нумерацией от 1 до 32. В настройках каналов АЦП для каждого логического канала AI выбирается тип подключения (однопроводный X, однопроводный Y или дифференциальный XY) и номер физического канала. По умолчанию в



PowerGraph используются 16 дифференциальных физических каналов. Если Вы используете однопроводное подключение источников сигналов, то необходимо изменить настройки каналов АЦП Вашего устройства.

Настройки каналов АЦП модуля **ADA-1406** (ХОЛИТ Дэйта Системс) осуществляются аналогичным образом, но общее количество физических входов составляет 16. Кроме того, имеются 4 дополнительных дифференциальных входа с индивидуальными коэффициентами усиления (обозначаются как GX<sub>Y</sub>), которые можно сопоставить с любым из 20 логических каналов.

Если какое-либо устройство использует только однопроводное или только дифференциальное подключение сигналов, то настройки каналов АЦП не потребуются, а номер программного канала будет соответствовать номеру физического входа.

### Индивидуальные настройки каналов

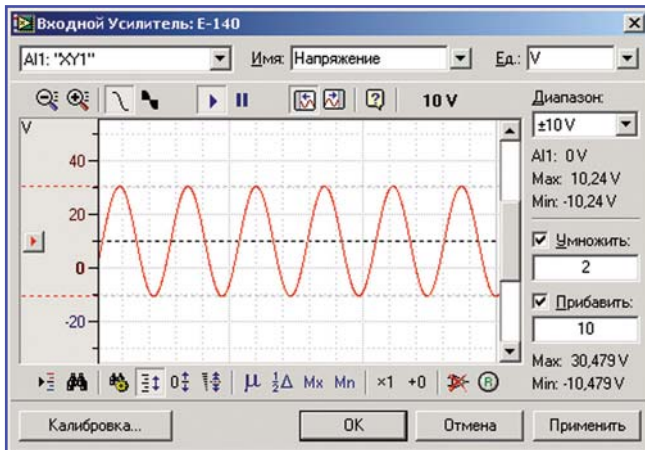


Для устройства и программы все каналы равноценны, но для пользователя каждый канал несет информацию от определенного источника и, следовательно, требует индивидуальной настройки. Для

настройки регистрируемых каналов в PowerGraph используется специальное окно **Входной Усилитель**, которое вызывается соответствующей командой в меню **Сервис**.

Центральное положение этого окна занимает графический дисплей, предназначенный для визуального контроля входного сигнала в процессе настройки параметров канала. Наблюдение сигнала при настройке играет неосценимую роль, так как позволяет сразу обнаружить ряд часто встречающихся проблем - неправильное подключения сигналов к входам АЦП, обрыв или шунтирование соединительных проводов и т.п. В окне **Входной Усилитель** выполняется циклическое измерение текущего значения входного сигнала и отображаются на дисплее полученные данные в виде графика. Доступны режимы непрерывного измерения и паузы, режимы самописца и осциллографа, а также заливка графиков до нулевого значения амплитуды и автопоиск сигнала.

Настройка параметров осуществляется индивидуально для каждого канала, поэтому работа с окном



**Входной Усилитель** начинается с выбора настраиваемого канала в раскрывающемся списке слева над графическим дисплеем. В списке **Диапазон** справа от графического дисплея выбирается диапазон измерения значений входного сигнала. Список доступных диапазонов соответствует аппаратным коэффициентам усиления АЦП и индивидуален для каждого устройства. К выбору диапазона измерений следует подходить весьма серьезно, так как от этого

зависит качество регистрируемых сигналов. Если выбранный диапазон меньше амплитуды реального входного сигнала, то регистрируемый сигнал будет "обрезаться" по верхней и нижней границам диапазона. Если выбранный диапазон существенно больше амплитуды входного сигнала, то регистрируемый сигнал будет иметь низкое разрешение. Кроме графика сигнала, на дисплее пунктирными линиями отображаются верхняя и нижняя границы диапазона измерений, что существенно облегчает правильный выбор. Под списком диапазонов отображаются текущее (AI), максимальное (Max) и минимальное (Min) численные значения входного сигнала. Текущее значение также отображается на дисплее в виде черной пунктирной линии - маркер текущего значения.

Идентификация сигналов по номерам каналов весьма неудобна, особенно при большом их количестве. В поле **Имя** над графическим дисплеем Вы можете присвоить каналу индивидуальное текстовое название (например, "Температура", "Давление", "Скорость" и т.п.), которое всегда напомнит Вам какие данные были записаны в этом канале.

В поле **Единица** Вы можете указать название единиц измерения входного сигнала, которое отображается рядом с численными значениями. По умолчанию в PowerGraph единицей измерения сигналов являются вольты (V), так как большинство АЦП измеряет сигнал именно в вольтах. Если устройство измеряет сигнал в других единицах (например, измерители тока, сопротивления и др.), то название единиц измерения автоматически считывает из самого устройства или его драйвера.

При отображении численных значений на экране PowerGraph может осуществляться масштабирование основных электрических единиц измерения (Вольты - V, Амперы - A, Омы - Ohm). Например, значение 0.001 V (вольт) будет отображаться как 1 mV (милливольт), а значение 10000 Ohm (Ом) как 10 kOhm (кОм). Впрочем, масштабирование единиц

измерения можно отключить в настройках программы. Следует помнить, что в данном случае единицы измерения - это лишь информативный текст, который отображается рядом с численным значением. Если Вы хотите действительно преобразовать значения сигнала из одних единиц в другие, то недостаточно только изменить названия единиц измерения, необходимо также провести калибровку сигналов.

### Калибровка входных сигналов

АЦП измеряет поступающие от различных датчиков сигналы в вольтах, но всегда хочется видеть и регистрировать сигнал в реальных единицах измеряемой физической величины (градусы, килограммы, метры и т.д.). Для этого в PowerGraph существует возможность преобразования сигналов АЦП в любые единицы измерения - **Калибровка сигналов**.

В большинстве случаев сигналы с датчиков пропорциональны измеряемым величинам, поэтому калибровка может осуществляться по линейному уравнению:

$$\text{Измеряемая величина} = A * \text{Сигнал АЦП} + B,$$

где **A** - линейный коэффициент усиления, а **B** - линейный коэффициент смещения.

Рассмотрим простой пример. При 0 C от датчика температуры регистрируется сигнал 2 вольта, а при 100 C - 6 вольт. Линейные коэффициенты A и B можно вычислить по следующим формулам (T - температура в C, V - сигнал в вольтах):

$$A = (T2 - T1) / (V2 - V1) = (100 - 0) / (6 - 2) = 25$$

$$B = T2 - A * V2 = 100 - 6 * 25 = -50$$

Таким образом, для пересчета Вольт в градусы значение входного сигнала нужно умножить на 25 и вычесть 50.

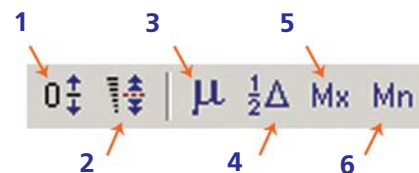
Окно **Входной Усилитель** содержит справа от графического дисплея два текстовых поля - **Умножить** и **Прибавить**, в которые вводятся значения соответствующих калибровочных коэффициентов A и B. Кнопка **Калибровка** вызывает дополнительное окно, в котором калибровочные коэффициенты A и B вычисляются автоматически по двум заданным значениям входного сигнала АЦП и соответствующим значениям измеряемой величины. После

ввода калибровочных коэффициентов входной сигнал будет умножаться на значение коэффициента A и к



результату умножения будет прибавляться значение коэффициента B.

Калибровочные коэффициенты можно использовать не только для преобразования единиц измерения, но и для различных вариантов коррекции входных сигналов. Если амплитуда входного сигнала превышает максимальный диапазон измерения, то самый простой способ решения проблемы - подключить сигналы к АЦП через делитель, кото-



рый уменьшает входной сигнал в N раз. В этом случае для восстановления исходной амплитуды сигнала достаточно в PowerGraph умножить сигнал на соответствующее значение N. Если датчик или усилитель вносят в сигнал какое-то смещение относительно нуля измеряемой величины, то для регистрации истинных значений в PowerGraph достаточно вычесть из сигнала значение смещения.

Кроме непосредственного ввода значений калибровочных коэффициентов, окно **Входной Усилитель** позволяет осуществлять визуальную калибровку с помощью манипулятора. Суть ее заключается в том, что в графическом дисплее можно смещать и масштабировать (растягивать или сжимать) сигнал относительно шкалы амплитуды, изменяя тем самым его абсолютные значения.

В режиме смещения (1) график сигнала сдвигается манипулятором в область положительных или отрицательных значений, при этом автоматически вычисляется и устанавливает-

ся линейный коэффициент смещения. Кроме произвольного смещения можно также использовать расчетное статистическое значение сигнала - среднее арифметическое (3), центральное (4), максимальное (5) или минимальное (6). Выбранное статистическое значение сигнала после калибровки становится равным нулю. Обнуление среднего арифметического значения используется для калибровки нуля входного сигнала. Обнуление центрального значения делает сигнал симметрично биполярным, а обнуление максимального или минимального делает сигнал униполярным в области отрицательных или положительных значений. В режиме масштабирования (2) выбранное статистическое значение сигнала смещается относительно шкалы амплитуды, а нулевое значение остается неизменным. В этом режиме вычисляется и устанавливается линейный коэффициент усиления. Режим масштабирования удобен для калибровки тестовых (ненулевых) значений от эталонных источников сигналов. В любом режиме визуальной калибровки для вычисления статистических значений могут использоваться как все данные графического дисплея, так и произвольный участок сигнала, выделяемый мышью при нажатой клавише SHIFT.

На этом подготовительный этап практически завершен. Следует отметить, что PowerGraph автоматически сохраняет все настройки, поэтому подготовка к измерениям осуществляется только один раз при первичной наладке измерительной системы. При следующем запуске PowerGraph Вы можете сразу приступить к регистрации сигналов, а подробнее об этом будет изложено в материале следующей статьи.

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

*Демонстрационная версия, позволяющая протестировать возможность применения PowerGraph для различных задач регистрации, обработки и анализа сигналов доступна в Интернете по адресу [www.powergraph.ru](http://www.powergraph.ru).*