

# Современные методы автоматизации измерительных и технологических процессов

Усман Фейзханов, Данила Таликов (Московская обл.)

Авторы демонстрируют, каким образом компьютерные технологии облегчают решение измерительных задач и предоставляют большие возможности для управления технологическими процессами. В качестве примера рассмотрена среда разработки ZETLab-Studio.

## ЗАДАЧИ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Применение компьютерных технологий в современных системах измерения, мониторинга, анализа сигналов или управления технологическими процессами уже стало нормой жизни. Трудно себе представить мощный измерительный комплекс без компьютерного оснащения.

Современные технологии позволяют создавать многофункциональные

измерительные комплексы на базе персональных компьютеров и дополнительных устройств ввода/вывода сигналов: плат аналого-цифрового (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП).

Большинство задач испытаний, измерений и/или исследований можно представить в виде последовательности логических действий: накопление – обработка – представление результатов (рис. 1). Каждый этап включает в

себя множество операций, автоматизация которых позволяет существенно упростить измерительный процесс.

Программные и аппаратные средства ZETLab компьютерной автоматизации измерений, управления и моделирования широко применяются в различных областях промышленности, научных исследованиях и в образовании [1]. Аппаратные средства содержат все компоненты современных измерительно-управляющих комплексов: системы сбора данных, устройства ввода и вывода аналоговых и цифровых сигналов, распределённые измерительно-управляющие контроллеры на шинах PCI, USB, Ethernet и т.д. Используемая в ZETLab концепция виртуальных приборов позволяет значительно расширить функциональность создаваемых испытательных и измерительных систем при одновременном сокращении затрат на их разработку. Среда разработки пользовательских приложений ZETLab-Studio представляет собой набор встраиваемых компонент для быстрой и эффективной разработки измерительных, контрольных и управляющих программ. Она является удобным инструментом для создания высокопроизводительных систем обработки сигналов в реальном масштабе времени.

## Многовариантность решений для различных задач

Решения стандартных задач измерения параметров электрических сигналов реализованы в составе ZETLab большим набором программ-приборов: вольтметры, осциллографы, генераторы, программы для спектральной обработки сигналов, самописцы, регистраторы и т.п. Для решения задач по конкретным требованиям конечных пользователей среда разработки ZETLab-Studio позволяет создавать многофункциональные программно-измерительные комплексы.



Рис. 1. Основные задачи измерения и обработки сигналов

Представьте себе инструмент, прибор или систему, которые в точности соответствуют требованиям вашей задачи; инструмент, который собирает, анализирует, представляет данные и осуществляет управление именно необходимым вам способом. С помощью ZETLab таким инструментом может стать обычный компьютер, стоящий у вас в лаборатории или на производстве, либо компьютер типа Notebook, оснащённый дополнительными устройствами ввода информации. ZETLab-Studio – интегрированная среда разработчика для создания программ сбора, обработки данных и управления периферийными устройствами. Программирование осуществляется на любом объектно-ориентированном языке (Visual Basic, Visual C++, Delphi) с использованием библиотечных элементов и готовых программ ZETLab. Сочетание широко используемого языка программирования и большого количества разнообразных компонент позволяет значительно сократить время разработки сложных систем при сохранении высокой скорости выполнения программ. Библиотеки современных алгоритмов обработки и анализа данных превращают средства ZETLab в универсальный инструмент создания интегрированных систем на базе персональных компьютеров.

В комплект ZETLab входит более 100 различных готовых программ, компонентов и библиотек, которые пользователи могут интегрировать в свои приложения. В основу пакета программ ZETLab заложен принцип одновременной работы многих программ и максимальное использование вычислительных мощностей программных и аппаратных средств. В пакете ZETLab пользователю надо всего лишь подобрать набор необходимых инструментов и связать их в один проект. Таким образом, комплект ZETLab позволяет без потери производительности избежать сложностей обычного «текстового» и «графического» программирования.

### РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНО ПОЛНОЙ СИСТЕМЫ

Как правило, программные пакеты решают только один аспект поставленной задачи. Пакет ZETLab предоставляет все необходимые средства, объединённые единой методологией, – виртуальные приборы общего

назначения: осциллографы, самописцы, вольтметры, частотомеры, узкополосные и долектавные анализаторы, корреляторы, регистраторы, генераторы различных сигналов, фильтры верхних и нижних частот, устройства цифрового ввода и вывода. Кроме того, предоставляются специализированные приборы: измерители нелинейных искажений, амплитудных, фазовых и частотных характеристик, генераторы с обратной связью, программы для модального и порядкового анализа. На основе готовых приборов можно собрать испытательный или измерительный стенд, систему управления производственным циклом или систему мониторинга. Нажатием на одну кнопку можно сохранить выполненный проект и запускать его по мере необходимости. Пример рабочего стола при работе в ZETLab показан на рис. 2.

Все виртуальные приборы-программы работают как в реальном времени, так и в режиме обработки оцифрованных в виде файлов сигналов. Средства регистрации и воспроизведения сигналов позволяют записывать сигнал и обрабатывать его с применением различных алгоритмов. Это существенно минимизирует время разработки и отладки законченной системы. Пакет ZETLab позволяет в одном персональном компьютере одновременно использовать несколько различных устройств ввода/вывода. Так, для медленно меняющихся сигналов можно использовать многоканальные АЦП, а для быстро меняющихся – высокопроизводительные АЦП. Связав в локальную сеть несколько компьютеров, можно работать с одним измерительным трактом на нескольких компьютерах в реальном масштабе времени. Это особенно полезно при проведении учебного процесса. Также это широко используется в системах непрерывного контроля и мониторинга, когда один компьютер используется для непрерывной записи сигналов и выдачи предупреждений, а другой – для проведения диагностики контролируемых узлов. Существенным достоинством пакета ZETLab является то, что многие виртуальные приборы в комплекте с устройствами ввода/вывода сертифицированы в качестве средств измерения (СИ) и внесены в реестр СИ Российской Федерации. Вы можете написать собственные приложения, управляющие виртуальными

приборами и собирающими результаты. В этом случае существенно упрощается метрологическая аттестация собранной таким образом системы. Для создания собственных приложений и управления существующими программами используется модуль управления и автоматизации.

Все виртуальные приборы имеют возможность записывать результаты в файлы для последующей обработки и анализа результатов. В пакете ZETLab предусмотрено всё для создания отчётов в Microsoft Excel и Word с минимальными затратами времени и сил. Кроме того, пользователь имеет широкие возможности по манипулированию данными – запись/чтение с диска, передача по сети, печать на принтере или плоттере.

### ПОСТРОЕНИЕ СОБСТВЕННОГО ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА

В ZETLab можно написать собственную программу виртуального прибора. Поскольку программное обеспечение ZETLab позволяет запускать и выполнять множество программ, вы можете разделить свою задачу на несколько независимых программ. Программа виртуального прибора может быть написана на любом объектно-ориентированном языке программирования. В программу устанавливаются различные программные компоненты, отвечающие за ввод-вывод аналоговых и цифровых данных, графическое отображение двухмерных и трёхмерных графиков, X-Y-графиков, графиков в полярных координатах, интегральных уровней, цифровых индикаторов. В программу также можно ставить стандартные компоненты объектно-ориентированного языка: кнопки, текстовые блоки, диалоги открытия файлов и многие другие. Большое количество учебников и примеров по существующим языкам программирования позволяет изучать их до любой степени детализации. Все компоненты самодокументированы, что позволяет достаточно быстро освоить необходимые команды. В результате компиляции получается исполняемый код программы, что позволяет полностью использовать вычислительные возможности компьютера и распространять исполняемый рабочий файл программы без исходного текста программы. Полученную программу можно оформить в своём индивидуальном дизайне и использовать

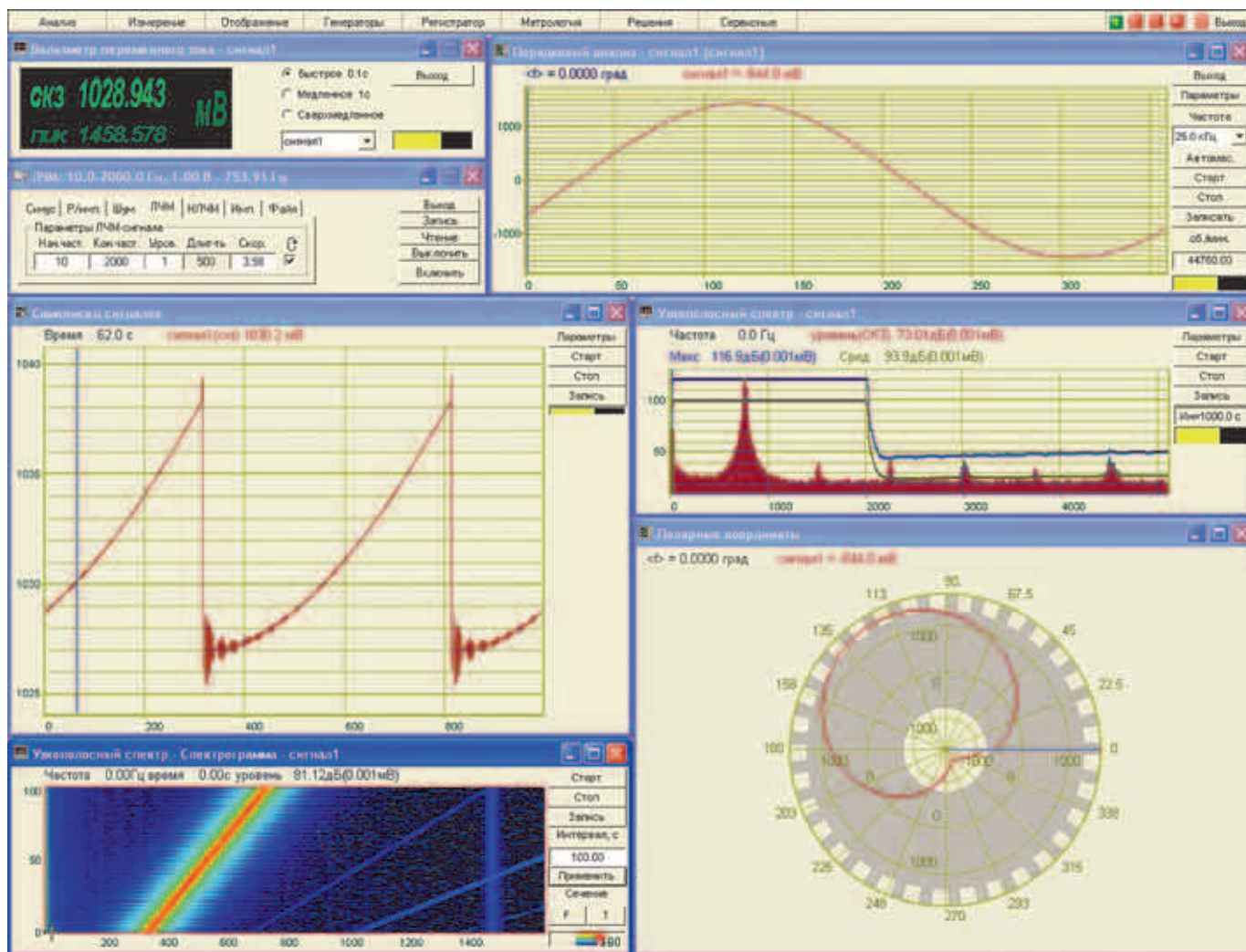


Рис. 2. Один из вариантов рабочего стола при работе в ZETLab

наравне с программами из состава ZETLab.

### СТРУКТУРА ZETLAB-STUDIO

Пакет ZETLab-Studio – это интегрированный набор инструментов и библиотек классов для Microsoft Visual Studio.NET и Visual Studio 6.0. Эти наборы применяются при решении задач измерений и автоматизации. Пакет ZETLab-Studio существенно ускоряет процесс разработки приложений благодаря поддержке ActiveX элементов и NET-объектов, объектно-ориентированных аппаратных измерительных интерфейсов, наличию дополнительных библиотек анализа данных, элементов управления, средств передачи данных по сети, мощных графических библиотек для представления данных.

При любых средствах сбора данных пакет ZETLab-Studio предоставляет все средства разработки высокоуровневого интерфейса программирования приложений (API) в необходимой среде разработки.

Пакет ZETLab-Studio содержит полный набор функций анализа и обработки данных измерений. С помощью ZETLab-Studio можно воспользоваться широким набором таких средств анализа и обработки данных, как спектральный анализ, статистическая и цифровая обработка сигналов, фильтрация сигналов и быстрое преобразование Фурье. Если анализ выполняется конкретным приложением сбора данных, то в файл можно сохранить уже обработанные результаты измерений.

Пакет ZETLab-Studio позволяет не тратить месяцы на создание профессиональных графических пользовательских интерфейсов для программ измерения и автоматизации. Для каждого типа измерений программа предоставляет пользовательские элементы интерфейса, которые можно при необходимости размещать и совмещать произвольным образом для решения каждой конкретной задачи. Среди доступных элементов управления имеются различные кнопки, руч-

ки, ползунки, светодиоды и измерительные приборы. Для представления результатов анализа имеются программы отображения данных в графическом виде: в двух- и трёхмерной графике, в полярных координатах, с аналоговым эффектом послесвечения электронно-лучевой трубки. Удобная система масштабирования графиков, плавное перемещение курсора, сохранение графических данных для отчётов в редакторах Excel и Word позволяют быстро получать необходимые результаты для последующей печати. Широкий набор элементов, имеющихся в ZETLab-Studio, позволяет осуществлять более информативное представление данных по сравнению с традиционными приборами.

Вне зависимости от задачи, скорость выполнения программы является важнейшим фактором анализа данных. Библиотеки анализа используют максимум вычислительных возможностей персонального компьютера. Виртуальные приборы оптимизированы

для использования следующих технологий:

- математического сопроцессора,
- расширения для мультимедиа (MMX),
- процессора для потоковой обработки одной инструкцией массива целых чисел (Streaming Single Instruction stream, Multiple Data Stream Extension, SSE1) и чисел с плавающей запятой (SSE2),
- технологии многопоточной обработки (HyperThreading).

Кроме того, существуют специализированные библиотеки, использующие вычислительные возможности цифровых сигнальных процессоров, установленных на устройствах АЦП и ЦАП [1].

Пакет ZETLab-Studio содержит передовую технологию программирования, которая позволяет существенно экономить время на программировании приложений обработки и отображения сигналов. Для каждого этапа решения задач измерения и обработки сигналов (см. рис. 1) в ZETLab-Studio реализованы отдельные компоненты. Пользователь может компоновать их в своей программе для создания приложений, как в конструкторе. Все эти «кубики» оптимизированы по быстродействию и надёжности. Для любой задачи могут быть подобраны оптимальные аппаратные и программные средства.

Ввод и вывод аналоговых и цифровых сигналов производится через сервер данных. Он спроектирован в соответствии с требованиями общепромышленного стандарта для SCADA-систем – OPC. Сервер осуществляет подключение к драйверам устройств, синхронизацию потоков данных от различных устройств ввода или вывода, обеспечивает одновременное подключение нескольких различных типов устройств.

Пользовательская программа подключается к серверу данных при помощи одной команды. Одновременно к серверу может подключаться несколько пользовательских программ. Данные от АЦП поступают в программу пользователя в формате с плавающей запятой в заданных единицах измерения физических величин. Единицы измерения задаются пользователем. Программа пользователя может создавать виртуальные каналы, которые существуют наравне с физическими каналами и обрабаты-

ваются другими программами так же, как и физические каналы. Программа пользователя может создавать данные для ЦАП и передавать их через сервер. Сервер работает в режиме реального времени и в режиме чтения оцифрованных данных. Причём пользовательская программа будет с одинаковым успехом работать и в реальном режиме, и в режиме чтения данных из файла. При объединении нескольких компьютеров в одну локальную сеть можно объединить потоки данных от серверов данных и таким образом реализовать распределённую систему обработки сигналов.

Для передачи результатов измерений и управляющих команд из одной программы в другую служит модуль управления и автоматизации. Пользовательская программа тоже может подключаться к этому модулю. Использование модуля подразумевает связь между программами типа «ведущий» – «ведомый».

Любая программа, связанная с измерениями, автоматизацией и управлением, должна обрабатывать оцифрованные аналоговые данные и цифровые данные. Для упрощения работы с такими данными используется библиотека динамически подключаемых модулей (DLL) обработки сигналов, которая включает в себя программы работы с массивами данных и оптимизирована для процессоров Intel Pentium IV с системой команд MMX и SSE.

Результаты обработки могут быть представлены в графическом виде. Всё, что вам надо сделать, – это поместить на свою форму графический элемент ActiveX в нужном месте и придать ему необходимые свойства: цвета сетки, графиков, надписей, типы линий, количество отображаемых графиков, количество точек графика. Свойства компонентов можно изменять как на этапе проектирования программы, так и в ходе выполнения программы. Затем, в процессе работы программы, полученные результаты в виде массива необходимо передавать в графический ActiveX-элемент. Это делается одной командой. Графический элемент сам прорисовывает все графики без мерцания и «снега» на экране. В графических элементах реализовано масштабирование графиков по всем осям, передвижение курсора и отображение положения

курсора. Для этого не надо писать ни единой строчки кода, т.к. по требованию пользователя программа может считывать положение курсора на графике и выполнять другие действия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных компьютерных технологий на каждом этапе работы измерительных и автоматизированных процессов позволяет существенно упростить сам процесс измерения и управления, повысить точность и надёжность выполнения технологических циклов. Среда разработки ZETLab-Studio даёт пользователю простор для воплощения идей и задач в многофункциональные программно-аппаратные комплексы. Применение автоматизированных средств разработки пользовательских приложений позволяет снижать время и затраты при решении конкретных задач.

Темпы развития современного мира ставят перед предприятиями-изготовителями всё более высокие требования, заставляющие внедрять в производственный цикл последние достижения рынка высоких технологий. Применение более эффективных средств позволяет добиваться оптимальных результатов. Для систем измерения, диагностики и автоматизации использование лучших решений и внедрение последних разработок позволяет «держат планку» на должной высоте. Описанная в данной статье среда разработки ZETLab-Studio полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к системам автоматизированного проектирования измерительных комплексов. Интеграция ZETLab-Studio в уже существующие процессы не займёт много времени, а результат не заставит себя долго ждать – уже после первого знакомства с программно-аппаратными средствами семейства ZETLab и принципами построения пользовательских комплексов конечный пользователь может приступить к созданию собственной системы. Всё, что для этого нужно, – это постановка задачи и стремление идти в ногу со временем. А средства ZETLab будут в этом стремлении надёжным помощником.

## ЛИТЕРАТУРА

1. www.zetms.ru.

