

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ZETLab НА ПРИМЕРЕ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ В УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

А.А. Красовский (Компания "Электронные технологии и метрологические системы")

Рассматриваются способы практической реализации экспериментов в области автоматизации лабораторных измерений и испытаний с применением аппаратно-программного комплекса ZETLab. Подчеркивается возможность создания на базе ZETLab распределенной системы, работающей с одним и тем же набором данных на различных АРМ.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь (АЦП), виртуальные приборы, виброиспытания, распределенная система управления.

Перед учебными лабораториями ВУЗов, обучающими технических специалистов, нередко возникает задача проведения лабораторных исследований с применением дорогостоящей аппаратуры, присутствующей на кафедре в единственном экземпляре. Также нередки случаи, когда необходимо проводить сеанс одновременных групповых лабораторных занятий с использованием одних и тех же данных. Либо может возникнуть необходимость соблюдения некоторых условий эксперимента, связанная с громоздкостью и сложностью подготовительных работ, например, преподаватель включает аппаратуру и проводит необходимые настройки, а студенты начинают обработку данных, поступающих на их АРМ (рис. 1).

Подобные задачи возникают при обучении специалистов различных специальностей:

- разработчиков систем автоматического управления, например, при исследовании как существующих методов и алгоритмов по цифровой обработке сигналов, так и при разработке совершенно новых;
- специалистов в области эксплуатации СУ: диагностика и ремонт автомобильной, сельскохозяйственной техники; железнодорожного транспорта; промышленных механизмов.

Задачи подобного рода могут быть решены с применением аппаратно-программного комплекса (АПК) ZETLab. Подчеркнем, что возможность создания подобной распределенной системы, работающей с одним и тем же набором данных, является отличительной и очень востребованной особенностью АПК ZETLab.

Среди прочих достоинств АПК ZETLab отметим наличие множества готовых программных модулей (>100 ед.) по цифровой обработке сигналов как в РВ, так и в режиме постобработки в различных областях человеческой деятельности. Кроме того, в АПК раз-

работан универсальный механизм доступа к данным, поддерживающийся многими современными объектно-ориентированными языками программирования в таких средах, как Visual Studio (C++, C#, VB6, VB.Net), Builder, Delphi, LabView, что позволяет использовать ZETLab и при проектировании своих собственных алгоритмов или методов.

В общем случае ZETLab – это универсальный измеритель: интеллектуальное устройство с функциональностью АЦП/ЦАП, имеющее интерфейс с ПК (каждое устройство поддерживает одну из следующих опций USB, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, RS-232/485 и пр.).

Как известно, любой датчик преобразовывает контролируемую величину в электрический сигнал (возможно и в оптический, пневматический), удобный для измерения, передачи, преобразования, хранения и регистрации информации о состоянии объекта измерений. То есть сигнал с датчика, пропорциональный воздействию какой-либо физической величины на сам датчик, считывается АЦП аппаратной части комплекса ZETLab. Далее, сигнал, но уже в цифровом виде поступает на ПК и может быть использован в соответствии с выбранным пользователем алгоритмом функционирования.

Таким образом, ZETLab – это "виртуальная лаборатория", в качестве измерительной части использующая реально-существующую аппаратуру (АЦП или более сложный прибор – анализатор спектра), а для регистрации, обработки и выработки управляющего воздействия применяющая идеологию виртуальных приборов (вольтметр, амперметр, осциллограф, анализатор спектра, ПИД-регулятор и пр.). В АПК поддерживается функциональность распределенной системы управления (PCY), то есть проектируемая АСУТП должна характеризоваться наличием распределенной системы ввода/вывода и децентрализованной обработкой данных. Требования к современной



Рис. 1. Функциональная схема распределенной системы автоматического управления и контроля в лаборатории вуза

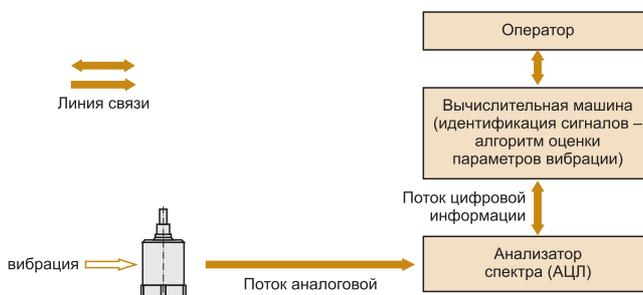


Рис. 2. Схема прохождения данных от датчика до верхнего оператора АРМ в лаборатории вибродиагностики

PCU: отказоустойчивость и безопасность, простота разработки и конфигурирования, поддержка территориально-распределенной архитектуры, единая конфигурационная БД, развитый ЧМИ.

Рассмотрим в качестве типичного примера использование ZETLab для создания распределенной испытательной лаборатории вибродиагностики (рис. 2) в изучении методов и алгоритмов, решающих задачи неразрушающего контроля (контроль свойств и параметров объекта, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к использованию и эксплуатации).

В лабораторной комнате представлен всего лишь один комплект измерительной аппаратуры, включающий вибростенд, усилитель сигнала и измеритель вибрации (аналого-цифровой преобразователь – анализатор спектра и комплект вибродатчиков), используемый так же, как система управления виброиспытаниями. Данные измерительной аппаратуры передаются на индивидуальные АРМ, соединенные с измерителем при помощи промышленного Ethernet, что дает возможность использования аппаратуры на значительных расстояниях. Далее студенты (разработчики АСУ или системные инженеры) проектируют свои собственные алгоритмы обработки полученной информации или выполняют лабораторное задание.

Функциональность каждого из студенческих АРМов может быть различной. На базовой станции (ПК) основного рабочего места реализуется функциональность системы управления виброиспытаниями, работающая по различным алгоритмам:

- широкополосная случайная вибрация (ШСВ). Цель испытания – определение способности изделий, элементов и аппаратуры выдерживать воздействие случайной вибрации заданной степени жесткости, а также выявление возможных механических повреждений и/или ухудшения заданных характеристик изделия для решения вопроса о пригодности образца. Во время испытания образец подвергают воздействию случайной вибрации с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот. Вследствие сложной механической реакции образца и его крепления это испытание требует особой тщательности при его подготовке и проведении;

- синусоидальная вибрация на фиксированных частотах. Цель испытания – выявление механических дефектов и/или ухудшения заданных характеристик, а также сопоставление полученных результатов с требованиями соответствующей технической документации для определения степени годности элементов, аппаратуры и других изделий (далее – образца) к воздействию вибрации заданной степени жесткости.

В некоторых случаях это испытание может быть использовано для определения конструктивной прочности образцов и/или изучения их динамических характеристик. Кроме того, на основе степеней жесткости может быть проведена классификация элементов по различным категориям;

- синусоидальная вибрация методом качания частоты;
- широкополосная случайная вибрация с наложением синусоиды;
- ударное воздействие (классический удар, виброудар);
- имитация воздействия стрелково-пушечного вооружения (СПВ).

На вспомогательных рабочих местах (ПК) студенты могут реализовывать произвольные алгоритмы обработки полученных с вибропреобразователей (датчиков) данные, не нарушая работу системы в целом:

- модальный анализ, используемый для определения резонансных характеристик вибростендов, крепежных оснасток и изделий методом ударного возбуждения;
- алгоритм снятия амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) (рис. 3);
- алгоритм снятия фазо-частотных характеристик (ФЧХ);
- алгоритм отображения профиля виброиспытаний (осциллографирование);
- реализация самописца сигналов, по разным критериям (частота, амплитуда, фаза, СКЗ, СКО, математическое ожидание сигнала и т.д.);

- алгоритмы, использующие разнообразные методы цифровой обработки сигналов: спектральный анализ, например, при помощи дискретного или быстрого преобразования Фурье, а также корреляционный анализ и т.д.

Существенно, что каждый из перечисленных выше алгоритмов может быть реализован двумя способами: с применением уже написанных программных модулей в случае изучения свойств контролируемого объекта, но также и с применением программирования, в случае, например, изучения основ цифровой обработки сигналов.

Таким образом, используя ZETLab можно получить гибкую и масштабируемую PCU с минимальными затратами. ZETLab используется как система сбора и обработки данных от устройств, подключенных к ПК (анализаторы спектра, платы АЦП/ЦАП, мультиметры), и как система управления. За счет использования коммутации базовой станции и АРМ по средствам промышленной сети Ethernet возможно подключение системы не только к локальной сети, но и интеграция с глобальной сетью Internet, и при необходимости наблюдение за работой системы удален-

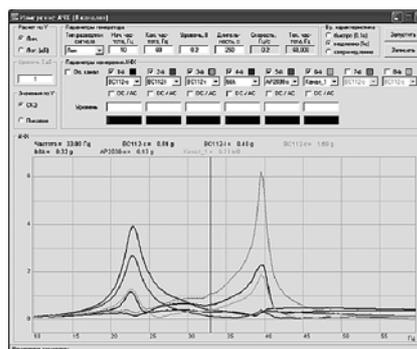


Рис. 3. Пример программного модуля ZETLab: снятие АЧХ исследуемого образца

но. А используя Wi-Fi концентраторы можно создать беспроводное соединение с устройствами в случае невозможности или при неудобстве организации проводной линии связи с измерителем.

Испытательные стенды, по функциональности аналогичные разработке, описанной в статье, и созданные на базе АПК ZETLab, успешно функционируют во многих крупнейших учебных и научно-исследователь-

ских институтах, например, во Всероссийском научно-исследовательском институте физических и радиотехнических измерений, Институте космических исследований РАН, Научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта, Московском государственном университете путей сообщения и других, а также на многих предприятиях военно-промышленного комплекса и стратегического назначения.

Красовский Андрей Александрович — технический консультант компании "Электронные технологии и метрологические системы".

Контактный телефон (495) 744-81-60.

E-mail: KrasovskiyAndrey@mail.ru, info@zetms.ru Http://www.zetms.ru

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ УЗЛОВ

**А.А. Елтаренко (Центральный институт
авиационного моторостроения им П.И. Баранова)**

Представлена структура и основная функциональность программной составляющей комплексной автоматизированной системы стендовых испытаний авиадвигателей и их узлов.

Ключевые слова: автоматизация стендовых испытаний, база данных, проведение испытаний, подготовка эксперимента, обработка результатов испытаний.

В настоящее время существует множество универсальных программных пакетов, предназначенных для автоматизации проведения испытаний. Как правило, это ПО хорошо функционирует с аппаратными средствами, разработанными на этой же фирме. Несмотря на то, что все эти пакеты программ претендуют на универсальное использование, по своим характеристикам и свойствам каждое из них наилучшим образом подходит только для конкретных применений и совершенно не удовлетворяет пользователей при проведении прочих испытаний. Так при автоматизации проведения испытаний авиадвигателей и их узлов имеющиеся сегодня на рынке программные средства в большинстве своем не способны удовлетворить всем специфическим требованиям данной области исследований. Некоторые программные пакеты предлагают слабо развитое и ограниченное представление получаемых экспериментальных данных на экране ПК, другие не позволяют получить требуемые при проведении испытаний авиадвигателей временные характеристики системы. Но самое главное, данные пакеты обычно ориентированы на работу с определенной аппаратурой и не имеют возможности работать с различными видами аппаратуры одновременно.

Таким образом, возникла необходимость разработки программного продукта, позволяющего успешно проводить разнообразные виды испытаний не только таких сложных объектов, как авиационные двигатели, но и их узлов, компрессоров, турбин, камер сгорания и т.д. Требования к проведению испытаний таких разнородных объектов весьма отличаются и требуют определенных условий как к сбору информации с объектов, так и к обработке и представлению информации на экране ПК. В результате в Центральном институте авиационного моторостроения (ЦИАМ, Москва) раз-

работано ПО, предназначенное для комплексной автоматизации стендовых испытаний авиационных двигателей и их узлов на этапах проведения испытаний, подготовки к испытаниям, послепериментальной обработки, анализа и представления полученных данных. ПО функционирует на ПК соединенном с измерительным оборудованием и устройствами сбора данных следующих производителей: L-CARD (Россия, www.lcard.ru), НПП "Мера" (Россия, www.nppmera.ru), Hewlett Packard (США, www.hp.com), National Instruments (США, www.ni.com).

Основные функции, выполняемые ПО:

- проведение функций, выполняемых ПО:
 - проведение разнообразных испытаний различных серийных и экспериментальных объектов;
 - постоянный контроль состояния объекта, оперативная диагностика критических ситуаций, эффективный контроль экспериментатором измеряемых и вычисляемых параметров в ПВ;
 - регистрация контрольных параметров при статических и динамических режимах испытываемого объекта, непрерывная регистрация выбранных параметров в БД в течение всего цикла испытаний (мониторинг проведения испытаний);
 - обработка результатов по различным методикам и алгоритмам и визуализация результатов в различных формах представления данных;
 - обмен информацией по сети с другими компьютерами, используемыми во время проведения испытаний;
 - подготовка автоматизированной системы к проведению испытаний, включая подготовку перечня используемых параметров, градуировку измерительных каналов, регистрацию нулевых показаний, тестирование аппаратуры и т.п.;
 - метрологические исследования и аттестация измерительных каналов;