

**В.Н. БАЛЕВ**, канд. техн. наук, **А.Н. СУЩЕК**

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

В статті розглянуто перший досвід викладання навчального курсу "Комп'ютеризовані засоби вимірювання" з використанням середовища LabVIEW для підготовки спеціалістів на кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій і систем.

This paper is devoted to first experience of indoctrinate course "Computerized measurement means" using environment LabVIEW for specialists in area of measurements technique.

Современные информационные технологии существенно изменили и упростили процесс решения различных задач, позволив во многих случаях не прибегать к помощи профессиональных программистов. Одним из программных продуктов, представляющих мощные средства графического программирования и удобный пользовательский интерфейс, является *Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench – LabVIEW*. *LabVIEW* представляет собой мощную и гибкую программную среду, применяемую для проведения измерений и анализа данных [1].

Начиная с 2007/2008 учебного года на кафедре информационно-измерительных технологий и систем НТУ "ХПИ" *LabVIEW* используется для подготовки специалистов и магистров по специальности "Метрология и измерительная техника". Три академические группы студентов пятого курса познакомились с *LabVIEW*, выполнив три ознакомительные лабораторные работы в рамках изучения курса "Компьютерное моделирование средств измерений". Одна из групп, имеющая специализацию "Информационно-измерительные системы", продолжила изучение *LabVIEW* в процессе освоения курса "Компьютеризованные измерительные средства".

Структура курса "Компьютеризованные измерительные средства" была организована таким образом, чтобы методика и ход изложения материала в курсе были связаны с получением или повышением профессиональных знаний в конкретной предметной области [2]. Основное внимание при изложении материала уделялось использованию для построения виртуальных приборов различного назначения с применением разнообразных технических средств сбора информации с последующей обработкой и представлением результатов в среде *LabVIEW*. В качестве базовых технических средств использовались программно-отладочный стенд "AVR – микролаб" разработанный в НТУ "ХПИ" в 2006 году и модуль ввода-вывода цифровой и аналоговой информации *USB-6008* производства фирмы *National Instruments*.

Предусмотренные программой дисциплины лекционные и практические

занятия проводились в компьютерном классе кафедры, где имеются 6 компьютеров с установленным лицензионным программным обеспечением *LabVIEW*. Небольшое количество студентов в группе, 16 человек, позволило организовать несколько подгрупп по 2-3 человека для разработки и изучения особенностей построения виртуальных измерительных приборов.

Каждый виртуальный прибор состоит из материальной и виртуальной части. Виртуальная часть реализуется прикладной программой, написанной в среде графического программирования *LabVIEW*. Материальная часть осуществляет сбор измеряемой информации, ее обработку и дальнейшую передачу. На лабораторных работах рассматриваются и сравниваются характеристики виртуальных приборов, материальная часть которых построена на базе фирменного устройства сбора данных *USB-6008* и стенда "AVR – микролаб", построенного на широко распространенных элементах.

Программно-отладочный стенд "AVR – микролаб" содержит линии аналогового и цифрового ввода информации и представляет собой коллекцию наиболее часто используемых типов модулей периферийных устройств системы, таких как:

- модуль микроконтроллера, который является основой лабораторного стенда и управляет работой стенда;

- модули статической и динамической светодиодной индикации, буквенно-цифрового дисплея ЖКИ и функциональной клавиатуры, служащие для большей наглядности материальной части виртуального прибора, что важно при проведении лабораторных работ. Статическая светодиодная индикация может быть использована для индикации состояния выводов портов микроконтроллера;

- модуль АЦП и ЦАП;

- модуль драйвера последовательного интерфейса *RS 232*, который обеспечивает обмен информацией между материальной и виртуальной частями прибора.

Устройство сбора данных *USB-6008* присоединяется к компьютеру посредством интерфейса *full-speed USB* и содержит восемь каналов ввода аналоговых сигналов (*AI*), два канала генерации аналоговых сигналов (*A0*), 12 каналов цифрового ввода\вывода (*DIO*) и 32-разрядный счетчик. *USB-6008* организован в закрытом компактном корпусе. Блок-схема устройства приведена на рис. 1.

Обмен информацией при использовании "AVR – микролаб" происходит по интерфейсу *RS 232*, т.е. скорость передачи не будет превышать 38400 кбит/с и требуется дополнительное питание от сети. Тогда как при использовании *USB-6008*, обмен информации обеспечивается по интерфейсу *USB*, при этом дополнительного блока питания не требуется и скорость обмена составляет 12 Мбит/с. Сравним другие важные технические характеристики "AVR – микролаб" и *USB-6008*:

- максимальная частота дискретизации: "AVR – микролаб" – 5 кГц, USB-6008 – 10 кГц;
- частота тактового генератора: "AVR – микролаб" – 8 МГц, USB-6008 – 24 МГц;
- диапазон входных напряжений: "AVR – микролаб" – 5 В, USB-6008 – 10 В в схеме с общим проводом и до 20 В в дифференциальной схеме.

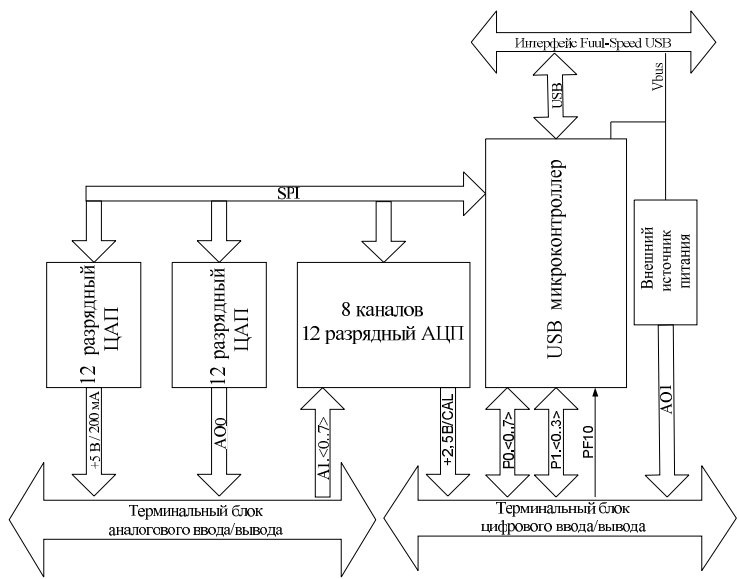


Рис. 1. Блок-схема USB-6008

Из выше сказанного видно, что "AVR – микролаб" по многим параметрам уступает USB-6008, тем более для построения виртуальных приборов при использовании "AVR – микролаб", необходимо написание и синхронизация двух программ – для материальной и виртуальной частей измерительного прибора, что требует дополнительных знаний и затрат времени на программирование микроконтроллера. Эти утверждения дают полагать, что использование USB-6008 намного целесообразней. Однако, это утверждение справедливо только, если говорить о построении виртуальных приборов применительно к научным исследованиям, производству и т.д. В то же время при проведении лабораторных работ применение USB-6008 не настолько наглядно, как при использовании "AVR – микролаб", за счет отсутствия индикации и закрытого корпуса, без доступа к любому элементу на плате. "AVR – микролаб" при проведении лабораторных работ не только более нагляден для студентов, но и дает им представление о возможности

построения виртуальных приборов, материальная часть которых построена на широкого распространенных элементах. Поэтому для проведения лабораторных работ используются оба устройства сбора информации.

Студенты смогли достаточно быстро овладеть технологией построения виртуальных приборов с использованием среды программирования *LabVIEW* и технических средств "AVR – микролаб" и *USB-6008*. Начав от простейшего – управления свечением светодиодов, управления коммутатором студенты быстро перешли к работе с аналого-цифровыми преобразователями и цифро-аналоговыми преобразователями. Это позволило достаточно быстро создавать простейшие многоканальные виртуальные измерительные приборы, такие как вольтметр и амперметр, осциллограф генераторы аналоговых сигналов различной формы (прямоугольные, треугольные, пилообразные). Несколько сложней сложилась ситуация с разработкой генераторов и анализаторов цифровых сигналов, основная сложность при этом наблюдалась в недостаточном опыте в разработке виртуальных приборов и относительно малых знаниях по элементам программирования в среде *LabVIEW*, невозможно быстро изучить достаточно большой объем знаний.

Освоив ввод аналоговой и цифровой информации в компьютер и отображение результатов измерений с помощью аналоговых, цифровых и графических индикаторов, студенты смогли перейти к использованию средств *LabVIEW* предназначенных для фильтрации, цифровой обработки сигналов и т.д. В качестве примера цифровой обработки сигнала были использованы два генератора синусоидальных сигналов с различными характеристиками частоты и амплитуды, выходные сигналы которых складывались, вводились в компьютер и анализировались с использованием быстрого преобразования Фурье.

Улучшение обучения на лабораторных работах в будущем возможно при покупке в лабораторию нового оборудования фирмы *National Instruments*, например, высокопроизводительного модуля ввода-вывода аналоговой информации *PCI – 6221* имеющего существенно более высокие частотные характеристики по сравнению с *USB-6008*. Создание новых подпрограмм облегчит работу со стендом "AVR – микролаб", а также упростит построение виртуальных измерительных приборов. Все это повысит наглядность лабораторных работ и интерес у студентов.

**Список литературы:** 1. *LabVIEW для всех / Джеффри Тревис:* Пер. с англ. Клушин Н. А. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с. 2. *Балев В.Н., Суцек А.Н.* Использование для обучения специалистов в области измерительной техники // Вестник НТУ "ХПИ" Сборник научных трудов Тематический выпуск Автоматика и приборостроение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – №.37 с. 19-22.

*Поступила в редколлегию 30.05.08*

**В.Е. БОНДАРЕНКО**, докт. техн. наук; **О.В. ШУТЕНКО**;  
**Н.В. АУЛОВА**; НТУ «ХПИ»

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОДМНОЖЕСТВ ОДНОРОДНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА**

Предложен метод для формирования однородных временных рядов показателей качества трансформаторного масла на основе однофакторного дисперсионного анализа. Показана высокая эффективность предложенного метода.

The method for formation of homogeneous time of sequence of parameters of quality of transformer oil is offered on the basis of the one-factor dispersive analysis. High efficiency of the offered method is shown.

**Постановка задачи.** Для оценки степени старения (износа) жидкой изоляции высоковольтных трансформаторов необходимо располагать априорной (предварительной) информацией о поведении показателей качества масла на длительных интервалах эксплуатации. Единственный способ получить такого рода информацию является использование результатов периодического контроля состояния масла, в качестве обучающей выборки. Однако в процессе эксплуатации трансформаторы находятся в различных условиях (как по режимам работы, так и по качеству заливаемого масла), что приводит к наличию как мультипликативного так и аддитивного смещения между рядами показателей масла. Другими словами временные ряды показателей неоднородны. Отсутствие информации о режимах работы трансформаторов значительно усложняет проблему формирования статистически однородных обучающих выборок.

**Цель статьи.** Данная статья посвящена описанию метода формирования однородных массивов временных рядов показателей качества трансформаторного масла на основе однофакторного дисперсионного анализа.

**Анализ публикаций.** В [1] для формирования массивов однородных данных был использован дисперсионный анализ ковариационных моделей. Недостатком данного метода является детерминированный характер модели, используемой для анализа, что в конечном итоге не позволяет адекватно учесть физические особенности процесса старения масла. Данного недостатка лишен предложенный в [2] критерий максимума корреляционного отношения, который позволяет обеспечить минимальное значение дисперсии результатов измерений в каждый момент времени. К недостаткам данного подхода можно отнести отсутствие граничных значений корреляционного