

surge currents”, Measurement and control, vol. 42, no. 3, pp. 44–47, 2009.

2. S.V. Muravyov, V.N. Borikov, S.A. Kaysanov, “Computer system for measurement of welding process parameters”, Proceedings of the XVIII IMEKO World Congress (September 22-27, 2006, Rio de Janeiro, Brazil), 2006.

3. I.A. Metwally, “Coaxial-Cable Wound Rogowski Coils for Measuring Large-Magnitude

Short-Duration Current Pulses”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 62, no. 1, pp. 119-128, 2013.

4. Mathews J., Fink K. Numerical Methods using MATLAB, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1999.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ LABVIEW

Худоногова Л.И.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: likhud@tpu.ru

Введение

Перспективным направлением в автоматизации метрологических исследований является дистанционная калибровка средств измерений. Дистанционная калибровка предоставляет следующие функциональные возможности [1]:

- удаленное управление измерительным оборудованием и его мониторинг;
- проведение измерений на стороне клиента, управление которыми происходит дистанционно с помощью специального калибровочного оборудования.

Главным недостатком многих систем калибровки является то, что они предназначены для применения лишь в конкретных организациях для калибровки конкретного оборудования, а адаптация программного обеспечения таких систем к другим приборам невозможна либо затруднительна.

В данной статье представлена система дистанционной калибровки средств измерений, реализованная с помощью технологии виртуальных приборов LabVIEW.

Описание системы дистанционной калибровки

В настоящее время на кафедре Компьютерных измерительных систем и метрологии (КИСМ) ТПУ реализована система, позволяющая проводить дистанционную калибровку средств измерений электрических величин.

Основными компонентами системы являются: калибруемое средство измерений – цифровой мультиметр NI PXI-4072, рабочий эталон – универсальный калибратор Fluke 5520A, персональный компьютер (ПК) со специализированным программным обеспечением (ПО) – программой, разработанной на кафедре КИСМ для проведения дистанционной калибровки. Взаимодействие между калибровочным оборудованием и ПК осуществляется через GPIB интерфейс.

Система выполнена в архитектуре «клиент-сервер», позволяющей организовать проведение

независимых измерений на удаленных измерителях с одного компьютера и обмен калибровочной информацией. Рабочее место клиента включает в себя только ПК с клиентской частью программы. На стороне сервера находятся измерительное оборудование и ПК с серверной частью программы. Внешний вид системы дистанционной калибровки мультиметра NI PXI-4072, работающего в режиме измерения переменного напряжения, представлен на рисунке 1.

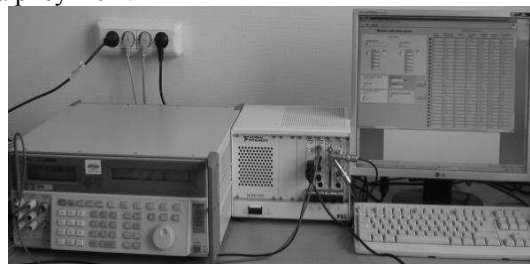


Рис. 1. Внешний вид системы дистанционной калибровки мультиметра NI PXI-4072 по переменному напряжению

Программа для системы дистанционной калибровки написана в среде разработки LabVIEW [2]. Программа включает в себя два виртуальных прибора (ВП): «Сервер-ВП», запускаемого на ПК, непосредственно соединенном с измерительным оборудованием, и «Клиент-ВП», который запускается на рабочем месте клиента.

Для корректной работы «Сервер-ВП» серверный ПК требует установки программной среды LabVIEW с набором специальных драйверов для конкретного оборудования, участвующего в процессе калибровки. Драйвера находятся в открытом доступе и могут быть найдены на сайте компании National Instruments (NI) [3].

«Клиент-ВП» может быть открыт и запущен на любом компьютере, имеющем выход в Интернет. При этом клиентский ПК не требует дополнительной установки какого-либо ПО или драйверов.

Логика взаимодействия серверной и клиентской части программы описывается следующим

образом. «Сервер-ВП» получает команды от «Клиент-ВП» и передает их калибровочному оборудованию по выбранному интерфейсу. Затем «Сервер-ВП» считывает измерительную информацию с приборов и передает ее на клиентский ПК через Интернет. Передача данных между клиентом и сервером происходит по TCP/IP-протоколу.

Лицевая панель программы «Клиент-ВП» для калибровки цифрового мультиметра NI PXI-4072 по переменному напряжению, позволяющая наиболее полно продемонстрировать возможности системы, приведена на рисунке 2.

После запуска «Клиент-ВП» пользователю необходимо в соответствующих полях задать IP-адреса и номера портов для локального и удаленного ПК для установления соединения между компьютерами. После этого в поле «Выходная величина» выбирается вид выходной величины, генерируемой калибратором, в полях «Напряжение» и «Частота» вводятся желаемые значения выходных величин, на основании которых определяются калибровочные точки – сочетания величин, которые в последующем измеряются мультиметром. Процесс калибровки запускается и останавливается кнопками «Калибровка» и «Стоп» соответственно.

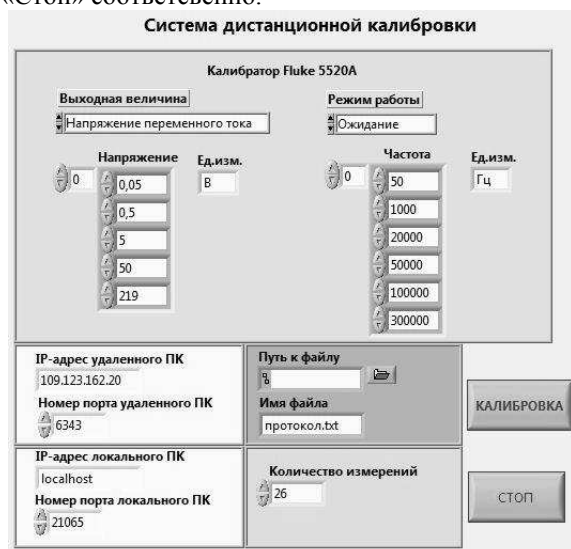


Рис. 2. Лицевая панель программы «Клиент-ВП»

Формирование калибровочных точек происходит автоматически, в соответствии с требованиями регламентирующей документации на конкретное средство измерений. Например, набор калибровочных точек для мультиметра NI PXI-4072 формируется согласно следующим правилам:

- для основного диапазона измерений – на каждом десятичном диапазоне по 6 точек;
- для других диапазонов измерений – на каждом десятичном диапазоне по 5 точек.

Система дистанционной калибровки работает в автоматическом режиме. Участие пользователя требуется лишь в части выбора параметров вход-

ных значений, которые будут подаваться с эталона на калибруемое средство измерений. По нажатию кнопки «Калибровка» происходит формирование калибровочных точек, их передача на «Сервер-ВП», который отправляет полученные значения на калибратор, тем самым запуская процесс калибровки. Калибратор последовательно генерирует значения напряжения, заданные пользователем, а мультиметр измеряет напряжение эталонных сигналов, поступающих с калибратора. «Сервер-ВП» в режиме реального времени отображает информацию о проводимых измерениях: задаваемое и измеренное значение напряжения, предел измерений, абсолютную и относительную погрешность измерений.

Результаты калибровки по TCP/IP протоколу передаются ПК клиента и отображаются на лицевой панели «Клиент-ВП» в виде протокола калибровки. Протокол калибровки представляет собой таблицу, состоящую из ячеек с числовыми данными и светодиодами. Протокол содержит следующую информацию:

- заданное значение физической величины;
- измеренное значение физической величины;
- предел измерений;
- абсолютную погрешность измерений величины;
- относительную погрешность измерений величины;
- допускаяемую погрешность измерений величины.

Одним из наиболее важных вопросов при создании системы являлся вопрос оценки допускаяемой погрешности средства измерений. В данном случае допускаяемая погрешность рассчитывается в соответствии с документацией на калибруемое средство измерений на основании заданных значений предела измерений и напряжения. Так, выражение для погрешности измерений переменного напряжения мультиметром NI PXI-4072 (с межкалибровочным интервалом 2 года) имеет вид:

$\pm (\% \text{ измеренного значения} + \% \text{ диапазона измерений})$ для рабочего диапазона температур.

Протокол калибровки также записывается в файл на клиентском ПК, и измерительная информация при необходимости может быть извлечена оттуда для дальнейшей обработки.

Заключение

Система дистанционной калибровки средств измерений обеспечивает проведение удаленное выполнение процедуры калибровки, автоматизированный сбор данных и быструю обработку результатов. Использование разработанной системы дистанционной калибровки в метрологической практике обеспечит значительное снижение финансовых затрат при сокращении времени, расходуемого на проведение всех операций калибровки средств измерений, и минимизирует долю участия

персонала в процессе калибровочных работ. Внедрение системы дистанционной калибровки весьма актуально для крупных организаций, имеющих большое количество территориально распределённых филиалов, для обеспечения интенсивного графика калибровки оборудования.

Литература

1. М.М., Ferrero A., Mihai F., Salicone S. Remote Calibration Using Mobile, Multiagent Technology. IEEE Transactions on instrumentation and measurement, 2005, vol. 54, no. 1, pp. 24-30.

2. Khudonogova L.I. Remote calibration using LabVIEW virtual instrument technology // Сб.науч.тр. XIX Международной конференции студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск, Изд-во ТПУ, 2013. – С. 225-226.

3. Iwama T., Kurihara N., Imae M., Suzuyama T., Kotake N., Otsuka A. Frequency Standards Calibration System and Remote Calibration System. National Institute of Information and Communications Technology, 2003, vol. 54, no. 1-2, pp. 195-204.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ CALS-СТАНДАРТ ISO 10303 STEP В ПРОИЗВОДСТВЕ И УПРАВЛЕНИИ

Цыганкова М.А., Цапко Е.А.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: masha_28071991@mail.ru

Введение

Жесткая конкуренция международного рынка, нарастание сложности и наукоемкости продукции, ставит перед предпринимателями проблемы сокращения сроков создания изделия, уменьшения всех видов затрат, совершенствования процессов проектирования и производства, гарантии гибкого и достоверного эксплуатационного обслуживания. Наиболее актуальным направлением решения этих проблем является использование CALS – технологий поддержки сложной наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла от ее разработки до утилизации. Основанные на целостном электронном представлении данных и общем доступе к ним, такие инновационные технологии предоставляют возможность существенно упростить выполнение этапов ЖЦ изделия и увеличить производительность труда, согласно опыту западных коллег, примерно на 30%. Все субъекты единого информационного пространства могут беспрепятственно использовать сведения об изделии, что обеспечивается ключевым элементом CALS – международными стандартами, которые регламентируют представление данных и технологию доступа к ним.

ISO 10303 STEP

Международным комитетом по стандартизации ISO/TC 184 «Automation systems and integration» подкомитетом SC 4 был разработан комплекс стандартов «Industrial automation systems and integration». Преимущественно эти стандарты используются предприятиями автомобильной, авиакосмической промышленности, а так же в других высокотехнологичных наукоемких производствах. Основным международным стандартом этого комплекса является стандарт ISO 10303 STEP. В рамках стандарта STEP предпринята попытка создания единых информационных моделей целого ряда приложений. Эти модели получили название

прикладных протоколов. STEP – это совокупность стандартов, состоящая из ряда томов. Тома имеют номера и обозначаются, например, ISO 10303-11. К настоящему времени разработано более 500 томов. Часть из них имеет статус проектов, являющимися на сегодняшний момент прикладными протоколами стандарта STEP, а часть уже утверждена в качестве стандартов ISO. Главные преимущества стандарта ISO 10303 заключаются в его совместимости со стандартами серий 9000 (системы менеджмента качества) и 14000 (системы управления окружающей средой) и поддержке системами CAD/CAM и PDM, а также в очевидной направленности на создание единого информационного пространства в глобальной системе движения потоков информации. Использование технологий, стандартов и программно-технических средств CALS, обеспечивает для пользователей параллельное выполнение сложных проектов рабочими группами, уменьшение количества бракованных изделий, совершенствование связей между предприятиями, которые участвуют в процессах ЖЦ изделий, а также способствует уменьшению затрат на процессы производства новых изделий, сокращению сроков вывода на рынок инновационных изделий, повышению объема продаж изделий, оснащенных электронной технической документацией, которая отвечает требованиям международных стандартов [1].

Применение CALS стандартов на предприятии – это реформирование процессов проектирования, конструирования, подготовки производства, закупки, управления производством на основе применения инновационных технологий, использование интегрированных данных со всех стадий ЖЦ продукции, внедрение международных и российских стандартов в сфере информационных технологий, для успешного, совместного использования и управления информацией. Процесс разработки стратегии внедрения CALS стандартов