характер (например, 600 евро за 1000 сигналов). Других примеров такого рода на рынке я не встречал.

Второе направление снижения стоимости "виртуальных" приборных щитов – это специализированные версии SCADA, ориентированные на продукцию одного производителя. Очевидно, что это может быть как узкофункциональная "самоделка" самого производителя, так и ограниченный в возможностях коммуникации с иными устройствами универсальный SCADA-пакет, поставляемый по специальным ценам, либо включаемый в комплект поставляемых приборов на основании OEM-соглашения с его производителем.

Говоря о деньгах, нелишним будет заметить, что в классических АСУТП значительная часть стоимости приходится на аналоговый ввод. Цифровой вторичный прибор, имеющий интерфейс передачи данных, наряду со своим основным назначением позволяет практически бесплатно ввести аналоговые сигналы в контроллер или компьютер. Пока такое использование приборов еще не стало распространенным, хотя возможность разом "убить двух зайцев" очевидна.

2003 год ознаменовался для компании ИнСАТ, производителя MasterSCADA, заключением первых соглашений с производителями цифровых приборов. Известные приборостроители ОАО "Вибратор" (Санкт-Петербург) и "Электроприбор" (г. Чебоксары), а также производитель многоканальных микропроцессорных преобразователей компания Сенсорика (г. Екатеринбург) готовят к выводу на рынок комплектные предложения, сочетающие поставку прибора с предустановленной конфигурацией MasterSCADA для отображения информации с них.

Конвергенция началась, конкуренция сменилась сотрудничеством. Хотелось бы надеяться, что вместо антагонизма производителей вторичных приборов и SCADA-пакетов возникнет устойчивый вариант проектного решения датчик-вторичный прибор-"третичный" прибор. А выиграть от этого в первую очередь должен конечный потребитель, получивший в свое распоряжение проектно-компонуемый виртуальный "щит", дополняющий приборный парк современным и недорогим решением.

***Аблин Илья Евгеньевич** – ген. директор компании ИнСАТ.*
Контактные телефоны: (095) 195-31-47, 195-69-92.
E-mail:ablin@insat.ru Http://www.insat.ru

Виртуальные эталоны – новый класс виртуальных приборов

С.М. Ермишин, П.Г. Шабанов (Компания "Виртуальные приборы")

Представлено описание технологии "Виртуальные эталоны", которая использует вычислительную часть виртуального прибора для повышения точности проводимых измерений. В отличие от существующих способов повышения точности, которые уменьшают только случайную составляющую погрешности, предложенная в статье технология позволяет оценивать и компенсировать систематическую погрешность измерительной части виртуального прибора локально в самом приборе без использования высокоточных рабочих эталонов. Приведены примеры построения конкретных приборов на базе технологии "Виртуальные эталоны", решаемые измерительные задачи, а также результаты экспериментов с этими приборами.

В традиционном понимании виртуальный прибор представляет собой совокупность обычного измерительного прибора, компьютера и устройства сопряжения между ними [1]. Использование компьютера вместе с измерительным прибором позволяет не только получать измерительную информацию, но и производить ее регистрацию, хранение, а также в удобном для пользователя виде осуществлять анализ и представление полученных результатов измерений. В этом случае компьютер выполняет чисто сервисные функции, "находясь на службе" у измерительного прибора.

В последнее десятилетие были созданы десятки тысяч приборов, включающие в себя эти три элемента в едином блоке. Большинство таких приборов разработчики также называют виртуальными, т.е. наделенными иными (чем просто измерение) функциями. Отдельные группы таких приборов могут, кроме прочего, проводить автоматизированные измерения и выполнять функции предварительной обработки измерительной информации. Эти функции уже нельзя назвать сервисными, поскольку они принципиально меняют сам процесс проведения измерений.

Однако, основная характеристика процесса измерений – точность – в этих приборах по-прежнему определяется традиционным первичным измерительным преобразователем виртуального прибора. Компьютер мало чем может здесь помочь. Реализованные вычислительным путем измерительные преобразователи способны "бороться" только со случайными погрешностями приборов. Для оценки и компенсации систематических погрешностей существуют традиционные, с метрологической точки зрения, способы – поверка и калибровка, реализованные внешними по отношению к виртуальному прибору высокоточными средствами измерений.

Тенденция совершенствования вычислительной части виртуального прибора привела к созданию в 2003 г. новой технологии "Виртуальный эталон", позволяющей оценивать и компенсировать систематическую погрешность измерительной части виртуального

прибора локально в самом приборе без использования более высокоточных рабочих эталонов. В этом контексте "Виртуальный эталон" является полноправным представителем класса виртуальных приборов. Но, кроме того, "Виртуальный эталон" представляет собой новую измерительную технологию, которая использует интеллектуальную часть виртуального прибора для повышения точности проводимых измерений.

Виртуальный эталон – название технологии повышения качества измерительной информации путем определения индивидуальных поправок к показаниям средств измерений для компенсации их погрешности и определения значения физической величины.

Краткое теоретическое обоснование технологии

Если представить результаты измерений как некую функцию неизвестных случайной и систематической составляющей погрешности измерений, то уравнение относительно одного множества результатов измерений является неразрешимым (одно уравнение с двумя неизвестными). При разработке технологии "Виртуальные эталоны" использовались выводы теории возмущений линейных операторов японского математика Т. Като [2]. Рассматривая оператор функциональной связи между значением физической величины на объекте измерений и результатами измерений, как линейный, и вследствие этого результаты измерений как неоднозначные множества, получаем систему из нескольких уравнений относительно двух неизвестных: случайной и систематической составляющей погрешности измерений. Данная система разрешима, что и позволяет оценить истинное значение измеряемой величины и сформировать поправки к показаниям блока измерительного. Линейная независимость уравнений системы, как и формирование неоднозначного множества, обеспечивается на основе выводов теории возмущений линейных операторов Т.Като. При этом однозначные коэффициенты функциональной зависимости относительно неизвестных случайной и систематической составляющей погрешности измерений определяются на основе ряда измерений с монотонно изменяющимся (убывающим или возрастающим) определяющим параметром.

Построение приборов на базе технологии

Принцип работы средств измерений, созданных на базе технологии "Виртуальные эталоны", основан на обработке результатов ряда измерений физической величины и формировании дополнительной информации о возможных значениях измеряемой величины и ее погрешностях.

Средство измерений, для которого определяются поправки к показаниям, называется блоком измерительным системы "Виртуальные эталоны". Цифровое вычислительное устройство, в котором происходит определение поправок к показаниям, считается блоком обработки системы "Виртуальные эталоны". Система "Виртуальные эталоны" обеспечивает, кроме

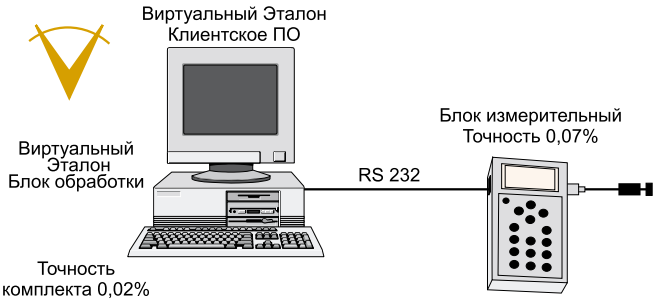

Рис. 1

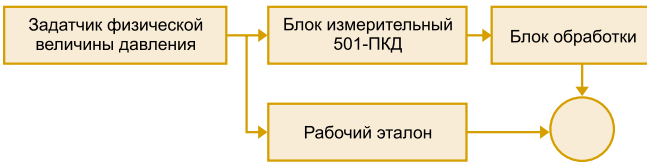

Рис. 2. Схема проведения испытаний приборов системы "Виртуальные эталоны"

того, функциональную реализацию ряда соответствующих дополнительных сервисных функций: обмен данными между блоком измерительным и блоком обработки, установление интерфейса между системой и пользователями, автоматизацию измерений и документооборота.

Схема построения приборов на базе технологии "Виртуальные эталоны" представлена на рис. 1.

Примеры реализации

Построенные таким образом виртуальные приборы способны в первую очередь решать задачу калибровки средств измерений и измерительных преобразователей без использования дорогостоящих рабочих эталонов. Применение системы "Виртуальные эталоны" позволяет существенно уменьшить стоимость и повысить функциональность выполнения калибровочных операций.

Система "Виртуальные эталоны" предназначена для калибровки широкого спектра средств измерений. В настоящее время завершены разработки приборов в области измерения: электрических величин (напряжение, сопротивление, сила тока), давления, температуры, расхода жидкости.

В качестве примеров приборов системы "Виртуальные эталоны" можно представить высокоточный переносной калибратор давления ВЭД-1.0 и комплект измерительный расходометрический ВЭР-1.0.

Основная техническая задача разработки калибратора ВЭД-1.0 состояла в обеспечении возможности метрологического обслуживания высокоточных датчиков давления (класса точности порядка 0,4 %), которые находят все большее применение в измерительных системах промышленных объектов нефтегазовой и металлургической отраслей. До настоящего времени указанная задача решалась только в лабораториях с применением громоздких калибраторов давления. Использование технологии "Виртуальные эталоны" позволило специалистам создать на базе пере-

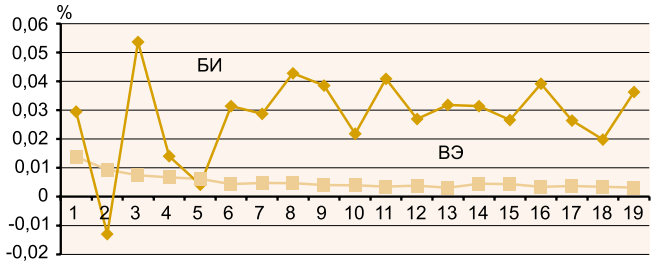

Рис. 3. Результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении напряжения постоянного тока до 400 мВ с мультиметром Escort 2010

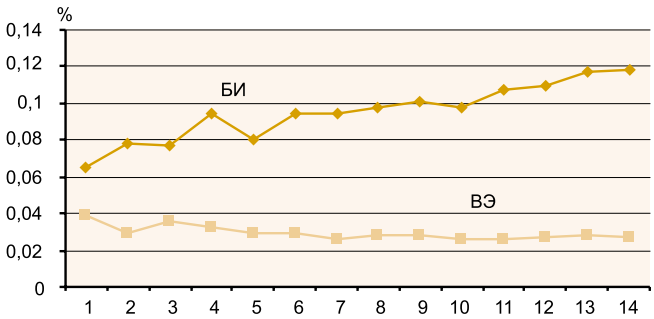

Рис. 5. Результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении избыточного давления до 160 кПа с датчиком давления Rosemount 3051

носного калибратора "Метран-501 ПКД" высокоточный калибратор давления, способный решать указанную задачу непосредственно вблизи места эксплуатации калибруемых приборов.

Похожая техническая задача легла в основу разработки комплекта измерительного расходометрического "ВЭР-1.0". В области промышленной расходометрии (нефтяная и нефтехимическая промышленность, коммунальное хозяйство, оперативный учет жидкости на производстве) одной из проблем калибровки существующих расходомеров является невозможность произвести их калибровку без демонтажа, либо без использования крайне дорогих пруверных установок. Благодаря созданию комплекта ВЭР-1.0 на базе ультразвукового накладного расходомера "Взлет ПР" специалисты метрологи получили возможность калибровать расходомеры класса точности 1% без демонтажа на месте их эксплуатации.

Результаты испытаний

Приборы системы "Виртуальные эталоны", представляющие собой, на первый взгляд, довольно необычную с точки зрения традиционной метрологии технологию, прошли испытания на нескольких десятках измерительных экспериментах по каждому виду измерений.

Целью проведения испытаний являлось определение метрологических характеристик приборов системы "Виртуальные эталоны", и подтверждение вывода о их способности решать задачу калибровки средств измерения соответствующего класса точности.

Обязательным элементом в составе используемого оборудования были рабочие эталоны с метрологическими характеристиками, превышающими заявленные для испытываемых приборов характеристики в 3 и более раз. Схема проведения испытаний показана на рис. 2.

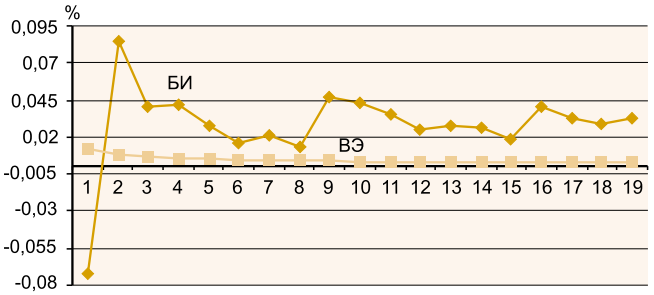

Рис. 4. Результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении напряжения постоянного тока до 4 В с мультиметром Escort 2010

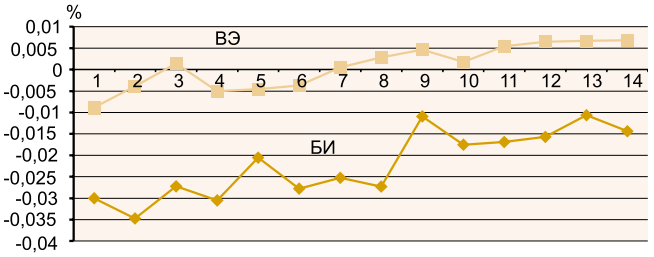

Рис. 6. Результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении избыточного давления до 160 кПа с калибратором "Метран-501 ПКД"

После проведения измерений в соответствии с конкретной методикой результаты измерений блока измерительного поступали в блок обработки системы. После обработки уточненные показания системы "Виртуальные эталоны" сравнивались с показаниями рабочего эталона и рассчитывалась погрешность системы по рабочему эталону.

Ниже представлены некоторые результаты испытаний в виде графиков относительной (в %) погрешности системы и блока измерительного для четырех групп проведенных испытаний.

На рис. 3 и 4 приведены результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении напряжения постоянного тока на диапазонах 400 мВ и 4 В. В качестве блока измерительного применялся мультиметр Escort 2010 (0,06...0,1 %), в качестве рабочего эталона – калибратор В1-18 (0,002 %). Погрешность системы в этих экспериментах составила 0,015 %, что в 4...6 раз меньше погрешности блока измерительного.

На рис. 5 и 6 приведены результаты испытаний системы "Виртуальные эталоны" при измерении избыточного давления на диапазоне 160 кПа. В качестве блока измерительного применялся датчик давления Rosemount 3051 (0,12 %, рис. 5) и калибратор "Метран-501 ПКД" (0,04 %, рис. 6), в качестве рабочего эталона – грузопоршневой манометр G6100 (0,005 %). Погрешность системы в этих экспериментах составила 0,04 % и 0,01 % соответственно, что в 3...4 раза меньше погрешности блоков измерительных.

Результаты проведенных экспериментов (а их было проведено более 250) свидетельствуют о возможности

качественного повышения точности измерений при использовании технологии "Виртуальные эталоны". Большинство приборов, построенных на основе этой технологии способны проводить измерения с точностью в 3...5 раз выше, чем входящий в состав системы "Виртуальные эталоны" блок измерительный.

Это качество позволяет успешно решать задачу калибровки средств измерений соответствующего класса точности. В области измерения избыточного давления – это высокоточные датчики класса точности 0,04 %, в области измерения расхода жидкости – расходомеры класса точности 1%. При этом калибровка средств измерений может проводиться на месте либо вблизи места эксплуатации калибруемых средств измерений без использования дорогостоящих рабочих эталонов. В этом смысле приборы системы "Виртуальные эталоны" представляют собой класс виртуальных приборов нового поколения, способных самостоятельно решать в том числе метрологические задачи.

Список литературы

1. *Петров З.Е., Слепцов А.А.* Виртуальные приборы в физических измерениях/ Сборник научных трудов "Фундаментальные и прикладные проблемы физики". Вып. № 1, г. Якутск, 2000 г.
2. *Tosio Kato*. Pertubation theory for linear operators // Springel-Verlag, Feb. 1995.

***Ермишин Сергей Михайлович** – канд. техн. наук, научный руководитель,*
***Шабанов Павел Геннадиевич** – директор службы контроля ОАО "Виртуальные эталоны".*
Контактные телефоны: (095) 204-82-86, 204-82-85.

Автоматизация метрологии промышленного предприятия

Д.М. Волоцкой (ОАО ПК "Балтика")

Рассматриваются перспективные направления автоматизации работы метрологической службы промышленного предприятия. Представлена технология использования компьютерного программного обеспечения для создания виртуального парка средств измерений, на базе которого можно автоматизировать метрологический учет и контроль, планирование работ по метрологическому обеспечению производства и обеспечению единства измерений, подготовку метрологической отчетности. Материал излагается на примере разработанной автором системы автоматизации промышленного масштаба, внедренной в эксплуатацию на ОАО ПК "Балтика".

Перспективы внедрения АСУ на предприятии

Перспектива внедрения автоматизированной информационной системы, будь то бухгалтерская программа, система финансового планирования и бюджетирования или система автоматизации метрологии, всегда таит в себе заманчивые возможности отойти от привычного старого и первыми вывести дело на новые рельсы, поднять эффективность бизнеса на качественно новый уровень.

Директора и менеджеры высшего звена, как правило, вкладывая деньги в новые программные продукты, ставят стратегические цели опередить конкурентов за счет повышения качества и скорости управления, формирования информационной прозрачности деятельности предприятия и его служб, увеличения производительности труда персонала. Рядовые сотрудники хотят избавиться от надоевшей рутины и заняться более интересной и творческой работой. Поэтому, если компании удается переложить основную часть производственной "текучки" на электронный мозг компьютеров, можно смело ожидать как глобальных изменений в технологии и методах работы, так и скачкообразного роста результатов. Успешное внедрение автоматизированной системы поддержки принятия решений фактически формирует на предприятии дополнительный штат электронных сотрудников, которые готовы в любое время за секунды и с безупречной точностью предоставить необходимую для работы информацию, и которым при этом не нужно платить зарплату. Автоматизированная информационная система не только способствует скорости и эффективности работы персонала, но и предоставляет уникальную возможность не тратить время на рутину, а заниматься преимущественно работой высокого уровня, которую может выполнять только человек. Все это, безусловно, сказывается на качестве выпускаемой продукции, финансовых результатах предприятия и его способности конкурировать на рынке.

Как изменится жизнь после перехода на программную систему автоматизации, предсказать бывает очень сложно. Непредсказуемость и новизна, возможность заложить свой кирпич в вавилонскую башню программных кодов и библиотек, чувствовать себя на переднем крае развития технологий манила и продолжает манить программистов-романтиков, постоянно жаждущих получить от компьютера новый функционал, который до них еще никто не получал, и первыми увидеть свое детище в работе на благо человечества.

Автоматизация метрологии – выбор пути

Тем не менее, до метрологических служб российских предприятий волна автоматизации докатилась далеко не первой, что можно объяснить как узкой специализацией области, так и сложностью построения универсальной системы метрологического учета. С массовым появлением персоналок, пожалуй, наиболее популярным продуктами были текстовые редакторы и бухгалтерские программы. Далее развитие ПО пошло семимильными шагами и, благодаря Microsoft и другим мировым софтверным гигантам, рынок заполнился прикладными программами на любой вкус и цвет. Тем не