

Применение автоматизированных систем с целью повышения качества метрологического обеспечения средств измерений

*М.Ю. Егоров^{1,2,3,4}, А.В. Антипина², Н.Б. Демидова², М.В. Макарова²,
С.С. Прошкин², Е.Л. Рыжова³, О.А. Шарая¹*

¹*Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук, Москва*

²*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения*

³*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

⁴*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова*

Аннотация: В данной статье исследуются вопросы автоматизации метрологического обеспечения на производственных предприятиях и в метрологических лабораториях, с акцентом на современные методики, включая внедрение систем управления ресурсами предприятия и использование эталонов-калибраторов. Рассматривается функционирование автоматизированных измерительных систем, реализующих заранее установленные алгоритмы контроля и тестирования средств измерений. Проведен анализ существующих решений как на отечественном, так и на зарубежном рынках. В частности, внимание акцентируется на измерителе, предназначенном для испытания интегральных микросхем. Обсуждается возможность интеграции этих измерительных систем с программным обеспечением различных уровней, а также перспективы их применения в массовой поверке средств измерений. Использование автоматизированных измерительных систем позволяет существенно ускорить процесс поверки, устраняя необходимость ручного регулирования напряжения и, тем самым, минимизируя влияние человеческого фактора на точность измерений. Обсуждаются адаптивные возможности программного обеспечения. Это позволяет применять данную систему для различных типов измерительных приборов, таких как амперметры и омметры. Выводы подтверждают, что автоматизация процессов поверки и калибровки не только ускоряет данные операции, но и обеспечивает строгое соблюдение всех процедур. Это содействует улучшению качества и надежности получаемых измерений.

Ключевые слова: измерительная система, поверка, калибровка, средство измерения, автоматизация, вольтметр, методика поверки, эталон, эффективность.

Введение

Поддержание единства измерений и улучшение качества метрологического обеспечения является актуальной задачей для предприятий и метрологических лабораторий, действующих в сферах государственного метрологического регулирования. Применение автоматизации в метрологическом обеспечении производства на сегодняшний день

осуществляется путем внедрения на предприятиях и в лабораториях управляющих систем планирования ресурсов предприятия (ERP-систем), обеспечивающих учет оборудования и их методик [1, 2].

Автоматизация на физическом уровне взаимодействия с предметом исследования, как правило, заключается в применении эталонных калибраторов, которые хотя и упрощают метрологическое обслуживание оборудования, объединяя в комплекс различные типы средств измерений, можно назвать лишь полуавтоматическими. В калибраторах реализация методики, подключение и коммутация портов производится вручную, путем настройки режимов измерений на каждый пункт требований методики.

Автоматизированные измерительные системы представляют собой комплексы, аналогично калибраторам, включающие образцы средств измерений, средства коммутации. Они работают согласно заранее заданным алгоритмам, реализуемые в виде программ тестирования. Разработанная на средство измерения методика поверки реализуется в виде алгоритмов задающих значения режимов, подаваемых на объект исследования, а также норм граничных параметров, ограничивающих предельные значения отклонений параметров от заданных методикой, а также коммутацию [3].

Алгоритмы загружаются в постоянное запоминающее устройство измерительной системы и позволяют исследовать средства измерения без прямого взаимодействия поверителя с установкой. Через СОМ-порт обмена данными осуществляется взаимодействие эталонной измерительной системы с объектом исследования. Благодаря этому, в частности, имеется возможность переключения диапазонов измеряемых параметров.

Методы и материалы

На данный момент на рынке присутствуют решения, которые могут применяться за основу будущей эталонной установки, такие как модули ввода/вывода (PCIe) (рис.1), позволяющие комбинировать различные

средства измерения в зависимости от исследуемых в метрологической лаборатории устройств [4].

Среди российских решений автоматизированных измерительных систем подходящими под изложенные выше требования являются решения фирм ООО «ФОРМ» и ОАО «НИИПМ».



Рис. 1. – Внешний вид PCIe-6321

Рассмотрим решение ОАО «НИИПМ» КВК.ДИЦ.Э-16-001, которое является измерителем статических и динамических параметров микросхем. Общий вид измерителя представлен на рис.2. Использование КВК.ДИЦ.Э-16-001 осуществляется на предприятиях, специализирующихся на микроэлектронике, где основной задачей является тестирование интегральных микросхем. Измеритель обладает малой мощностью потребления и высокими метрологическими характеристиками. Поэтому он идеально подходит для исследования автоматизированных измерительных систем при проведении калибровок. Программное обеспечение обычно работает в сфере Delphi. Его можно реализовать и на других языках программирования: C++, Java, Python и т.д. Управление и обмен информацией с персональным компьютером осуществляется с помощью блока управления, который формирует логические сигналы для источников напряжения и тока по определенной временной диаграмме [5]. В качестве

управляющей ЭВМ может использоваться или обычный персональный компьютер, или промышленная ЭВМ на платформе IBM PC. Схема подключения КВК.ДИЦ к ЭВМ представлена на рис.3.

Использование КВК можно применять для массовой поверки средств измерений на предприятии или в специализированной фирме. Принципиально КВК.ДИЦ.Э-16-001 можно зарегистрировать как эталон, тогда КВК может рассматриваться как система сбора данных для поверки и самим источником питания для вольтметров. Результаты поверки автоматически регистрируются и хранятся на сервере.



Рис. 2. – Вид КВК.ДИЦ.Э-16-001 Рис. 3. – Схема подключения измерителя

Методики измерения вольтметра возможно реализовать на программируемых контроллерах с модулями ввода/вывода, например, на КВК.ДИЦ, вместо внешних приборов. На установку задается программа, которая подает импульсы заданного заранее напряжения в диапазонах, тем самым исключается ручное регулирование напряжения как в классическом методе. Это ускоряет процесс [6]. Для лучшей оптимизации необходимо использовать алгоритмы, которые считывают с вольтметра через RS232C данные и обрабатывает их для фильтрации, коррекции погрешности, анализа результатов и других операций, позволяющих обеспечить требуемую точность измерений [7]. Тогда этот процесс является автоматизированным, погрешность человеческого фактора сводится к минимуму.

При классическом методе поверки требуется больше времени, это особенно ощутимо при большом количестве поверок вольтметров, а также

большее количество рабочего квалифицированного персонала и затрат на заработную плату. Использование КВК не является идеальным методом поверки, но представляет альтернативу классическому методу. Высокая стоимость установки, и, как следствие, большой период окупаемости по сравнению с затратами на «ручной» метод поверки могут существенно повлиять на внедрение автоматизированных измерительных систем в производство. Несмотря на разовые затраты, в долгосрочной перспективе они экономят деньги после срока окупаемости за счет большей производительности, и, главное, они экономят самое важное – время [8].

При эталонном методе на ручную поверку вольтметра уходит 20 мин. и более, так как настраивается напряжение на источнике питания, а далее идёт ожидание установившегося режима на обоих вольтметрах; а поверка вольтметра с помощью КВК.ДИЦ.Э-16-001 занимает 15 с. Сэкономленное время калибровщики могут направить на увеличение общей продуктивности работы вследствие возможности заниматься параллельными проектами или сосредоточиться на более сложных задачах: анализ данных или решение проблем с оборудованием. Это также способствует росту их квалификации.

Помимо преимуществ в скорости, высокой точности за счёт минимизации ошибки, связанной с человеческим фактором, есть не менее важная особенность – многофункциональность и универсальность [10]. Мы рассмотрели поверку вольтметра традиционным и автоматизированным способом, но КВК его аналоги за счет программного обеспечения внесения методики поверки в виде программ можно адаптировать для разных измерительных устройств: амперметров, омметров, мультиметров или генераторов.

Вывод

1. Использование автоматизированных измерительных систем для поверки и калибровки дает ряд преимуществ. Вне зависимости от того, что

многие замечают, прежде всего, ускорение процесса поверки и калибровки, ключевым аспектом является строгая последовательность всех операций.

2. Самодокументирование процесса гарантирует, что все взаимодействия со средствами измерения и все последовательности измерений выполнены корректно и повторяются каждый раз в соответствии с заложенным в программе алгоритмом [11]. КВК.ДИЦ.Э-16-001 его аналоги упрощают организацию процесса поверки, делая его эффективнее и продуктивнее.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № FSRF-2023-0003, «Фундаментальные основы построения помехозащищенных систем космической и спутниковой связи, относительной навигации, технического зрения и аэрокосмического мониторинга».

Литература

1. Кошлякова И.Г., Пеева Е.В., Суворова К.О., Кошлякова Е.А. Автоматизация метрологического обеспечения на предприятиях // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2010. Т. 10. № 3(46). С. 333-338.
 2. Ahmed Elragal, Moutaz Haddara. The Impact of ERP Partnership Formation Regulations on the Failure of ERP Implementations // Procedia Technology. 2013. № 9. С. 527-535.
 3. Прошин М.П. Методика поверки // Молодой ученый. Международный научный журнал. 2020. № 9 (299). С. 34-36.
 4. Вакалюк А.А., Басманов С.Н., Басманова А.А. Разработка автоматизированной системы проведения испытаний комплексов радиосвязи на основе средств измерений National Instruments // Modern high technologies. 2015. №9. С. 404-407.
-



5. Лемешко Н. Особенности экспериментального определения динамических характеристик микросхем для построения IBIS-моделей // Компоненты и технологии. 2014. С. 178-183.
6. Сердюков О.В., Абриков А.А., Корепанов И.А., Журавлева Л.В., Сорокин И.В. Создание распределенной системы калибровки АСУ ТП на базе ПТК Торнадо // Промышленные АСУ и контроллеры. 2005. №9. С. 7-9.
7. Ронкин М.В. Методы повышения точности обработки информации в локационных информационно-измерительных системах: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. Екатеринбург. 2020. 127 с.
8. Klebba M. Automation of the calibration process as one of the directions of development of Military Metrology // Sci. J. Pol. Nav. Acad. 2019, 216 p.
9. Терёшина В.В., Савченкова Е.В. Чистый дисконтированный доход как критерий для оценки эффективности инвестиций // Новый университет. Экономика и право. 2011. С. 13-14.
10. Руководство по метрологическим приборам и методам наблюдений / Всемирная Метеорологическая Организация. 2017. 1386 с.
11. Магеррамов Р.В. Процесс тестирования интегральных микросхем // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 154-158.

References

1. Koshljakova I.G., Peeva E.V., Suvorova K.O., Koshljakova E.A. Nauchnyj zhurnal «Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Tehničeskie nauki» 2010. T. 10. № 3(46). Pp. 333-338.
2. Ahmed Elragal, Moutaz Haddara. Procedia Technology. 2013. № 9. Pp. 527-535.
3. Proshin M.P. Molodoj uchenyj. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 9 (299). Pp. 34-36.
4. Vakaljuk A.A., Basmanov S.N., Basmanova A.A. Modern high



technologies. 2015. № 9. Pp. 404-407.

5. Lemeshko N. Komponenty i tehnologii. 2014. Pp. 178-183.
6. Serdjukov O.V., Abrukovskij A.A., Korepanov I.A., Zhuravleva L.V., Sorokin I.V. Promyshlennye ASU i kontrollery. 2005. № 9. Pp. 7-9.
7. Ronkin M.V. Metody povyshenija tochnosti obrabotki informacii v lokacionnyh informacionno-izmeritel'nyh sistemah [Methods for improving the accuracy of information processing in location information and measuring systems]: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.13.01. Ekaterinburg. 2020. 127 p.
8. Klebba M. Sci. J. Pol. Nav. Acad. 2019, 216 p.
9. Terëshina V. V., Savchenkova E. V. Novyj universitet. Jekonomika i pravo. 2011. Pp. 13-14.
10. Rukovodstvo po metrologicheskim priboram i metodam nabljudenij [Guidelines for metrological instruments and observation methods]. Vsemirnaja Meteorologicheskaja Organizacija. 2017. 1386 p.
11. Magerramov R. V. Molodoj uchenyj. 2015. № 13 (93). Pp. 154-158.

Дата поступления: 23.06.2024

Дата публикации: 16.08.2024