

Использование цифровых телекоммуникационных сетей - перспективный путь усовершенствования системы организации поверочно-калибровочных работ

77-48211/465908

Инженерный вестник # 09, сентябрь 2012

Скрипка В. Л., Зеленкова М. В.

УДК.006.9

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

viz_zelen@rambler.ru

Введение

Целью данной статьи является обоснование возможности и целесообразности усовершенствования процедур поверки и калибровки СИ за счет применения современных телекоммуникационных технологий.

Рынок средств измерений в России постоянно растет. Резкое увеличение числа измерений, приборов учёта и контроля происходит во всех сферах человеческой деятельности. Естественным следствием этого увеличения является расширение сегмента рынка сервисного обслуживания данного оборудования: поверка, калибровка, ремонт.

Перечень средств измерений попадающих под государственный метрологический контроль и надзор необоснованно расширен: обязательной поверке требуется подвергать все средства измерений, входящие в сферу государственного регулирования, что составляет более 70% всех измерений и 50% существующих средств измерений (СИ). В развитых странах эта цифра не превышает 30% используемых СИ. Например, в Германии менее 25% СИ подвергаются обязательному контролю и надзору. В Российской Федерации используется 1,5 млрд СИ из которых около 1 млрд требуют периодической поверки. Учитывая бурный рост номенклатуры и числа СИ, а также громоздкость поверочных схем и определенное отставание производства рабочих эталонов и стандартных образцов от растущих потребностей, - система Государственной метрологической службы встречает объективные затруднения при проведении поверочных работ.

Анализ работ и документации по данному вопросу показывает, что затруднения в организации поверочно-калибровочных работ со временем будут значительно возрастать. Это нашло свое подтверждение в Приказе министра промышленности и торговли РФ №529 от 17.06.2009г «Об утверждении стратегии единства измерений в России до 2015 года». В этом документе зафиксировано, что если существующую организационную структуру проведения вышеуказанных работ не модернизировать, то отечественная промышленность может снизить свою конкурентоспособность и замедлить темпы инновационного развития.

В настоящее время сокращение объема контрольно-поверочных работ для некоторых групп СИ осуществляют за счет увеличения межповерочных интервалов или путем встраивания в СИ как физических, так и алгоритмических эталонов и автоматизации операций поверки. Следует отметить, что в ряд СИ со встроенными эталонами можно встроить функцию самокалибровки. Самокалибровка позволяет регулировать межповерочный интервал, определять значимость влияющих факторов и производить контроль «на местах», что приводит к повышению точности (достоверности) результатов измерений [1]. Однако, как правило, самокалибровку применяют перед применением СИ, а не для производства контрольно-поверочных работ. Поэтому СИ со встроенными эталонами, внесенные в Государственный реестр средств измерений, все равно необходимо поверять в органах Государственной метрологической службы.

В некоторых странах, например, в США и Германии, сокращение объема осуществляемых государством поверочных работ достигается частичным делегированием государственных функций в области метрологического контроля и надзора частным организациям и носит название «legal calibration». Однако такой подход к решению проблемы существенно снижает эффективность контрольных и надзорных мероприятий, обеспечивающих единство измерений.

Таким образом, практикуемые в настоящее время основные способы сокращения объема контрольно-поверочных работ, проводимые Государственной метрологической службой могут только частично снизить нарастающую напряженность в технологическом обеспечении единства измерений. Поэтому предложения по совершенствованию существующей технологии проведения контрольно-поверочных работ представляют интерес. Таким образом, настоящая статья предлагает способ решения обозначенной выше проблемы и посвящена рассмотрению одного из таких предложений.

Научная новизна работы заключается в обосновании модели дистанционного проведения поверочно-калибровочных работ СИ (в том числе встроенных в техническое оборудование), основанной на формировании виртуальных опорных значений, хранящихся в органах государственной метрологической службы и сопоставления этих значений с результатами измерений физического прототипа опорного значения поверяемыми (калибруемыми) СИ. В основу модели положены принципы диагностирования.

1. Описание государственной системы диагностирования

Применение современных цифровых сетей (интернет) создает предпосылки для усовершенствования системы Государственной метрологической службы путем преобразования её части в Государственную систему диагностирования, что позволит упростить государственный метрологический контроль и надзор и расширит возможности проведения контрольно-поверочных работ на местах сохранив при этом единство измерений. В общем случае Государственная система диагностирования может представлять собой полностью самопроверяемую систему, состоящую из множества встраиваемых систем диагностирования СИ, входящих в существующие поверочные схемы. Возможный вариант структуры такой Государственной системы диагностирования, представляющей собой совокупность устройств управления, получения, передачи и обработки информации, показан на рис. 1.

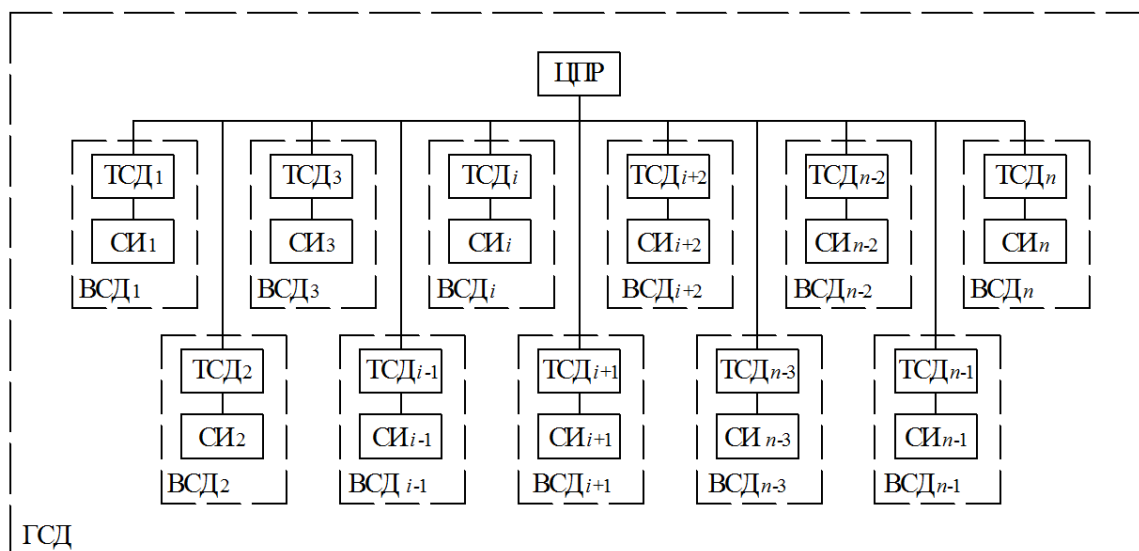


Рис.1. Государственная система диагностирования

ЦПР – центр принятия решений (Государственная метрологическая служба), ТСД – технические средства диагностирования, $ОД_i$ – объекты диагностирования (СИ), ГСД – самопроверяемая государственная система диагностирования, ВСД – встраиваемая система диагностирования

В Государственной системе диагностирования каждый объект диагностирования может иметь два режима работы: рабочий режим, в котором осуществляется эксплуатация СИ; и контрольный режим, в котором осуществляются контрольно-поверочные работы. В случае использования объекта диагностирования состоящего из нескольких структурных единиц в контрольном режиме диагностирование каждой структурной единицы осуществляется отдельно.

Центр принятия решений представляет собой человеческий или машинный ресурс, принимающий решение о результатах контрольно-поверочных работ, что позволяет обеспечить единство измерений и полностью сохранить полномочия Государственной метрологической службы как единого центра государственный метрологический контроля и надзора.

В рамках государственной системы диагностирования [2] процесс диагностирования описывается следующим образом.

Центр принятия решений направляет запрос о проведении поверки одного или нескольких СИ (объект диагностирования), у которых подошел к концу срок действия свидетельства о поверке. После этого объект диагностирования переводится в контрольный режим, и используются технические средства диагностирования, формирующие контрольные (эталонные) воздействия ТСД₁. Полученное от технического средства диагностирования ТСД₁ входное значение измеряемой величины посредством устройств индикации и регистрации измерительных сигналов встроенной в объект диагностирования (СИ) или программно-обрабатывающей результаты измерений аналоговых объектов диагностирования (СИ) на выходе обрабатывается техническими средствами диагностирования, обрабатывающими информацию о состоянии объекта с целью формирования результата диагностирования ТСД₂. Далее по измерительным каналам, сформированным на основе цифровых сетей и связывающих каждое СИ с эталонным или вышестоящим по поверочной схеме СИ, в центр принятия решений поступает либо измерительный сигнал, если техническое средство диагностирования ТСД₂ реализована центром принятия решений, либо информация о состоянии объекта диагностирования с технического средства диагностирования ТСД₂, в случае её встраивания в объект диагностирования (СИ). Преимуществом первого способа реализации технического средства диагностирования ТСД₂ является обеспечение единства измерений и обработки измерительной информации, преимуществом второго способа является уменьшение погрешности оценки состояния объекта

диагностирования, за счет снижения влияния погрешности передачи информации измерительным каналом. В некоторых структурных схемах может иметь место дублирование технического средства диагностирования ТСД₂, что резко повышает достоверность получаемых оценок.

В зависимости от особенностей объекта диагностирования государственная система диагностирования может иметь различные разновидности структуры, содержащие одинаковые составляющие, но разные виды связей элементов, которые сводятся к четырем характерным типам (рис.2 а-г).

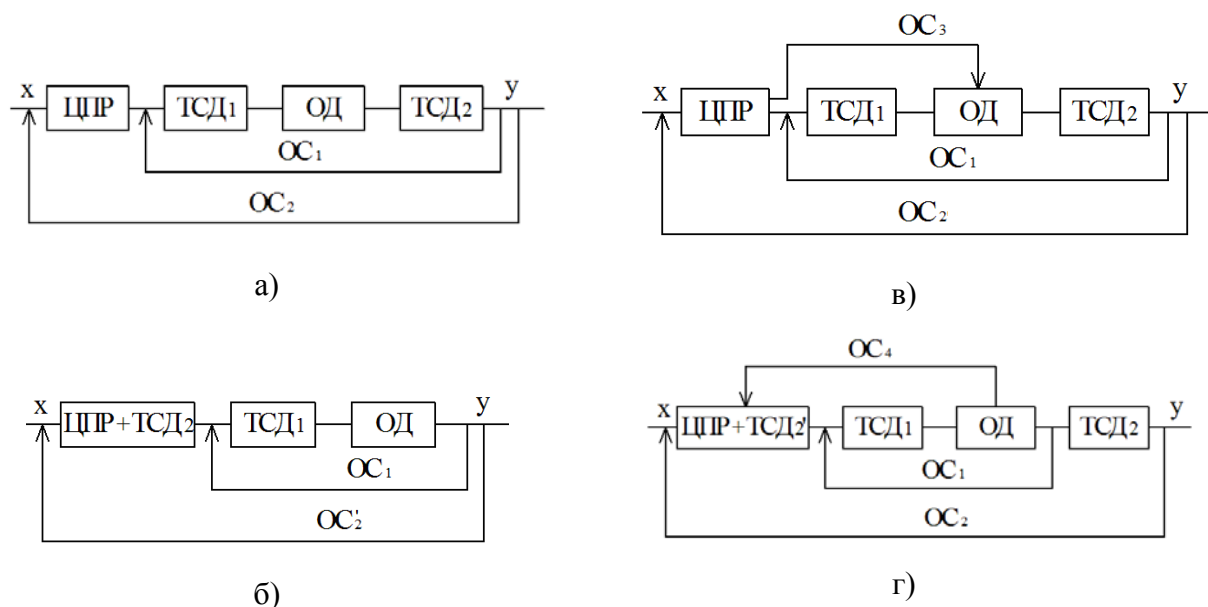


Рис. 2. Структурные схемы Государственной системы диагностирования:

ОД – объект диагностирования, ТСД – техническое средство диагностирования,
ЦПР – центр принятия решений, ОС – обратная связь

На схемах, представленных на рис. 2 а,б существует две обратные связи: ОС_1 и ОС_2 . ОС_1 предназначена для регулирования контрольных воздействий технического средства диагностирования ТСД₁, что может проявляться в погрешности установки технического средства диагностирования или при его замене аналогичным. Связь ОС_2 предназначена для передачи информации о состоянии объекта (рис. 2а, связь ОС_2) или измерительной информации (рис. 2б, связь $\text{ОС}'_2$) в центр принятия решений. Характерной особенностью данной структуры является отсутствие непосредственной связи между центром принятия решений и объектом диагностирования (СИ). Если в схеме 2а исключить связь ОС_2 , то в случае необходимости данная схема может быть использована для калибровки СИ

организацией, без взаимодействия с органами государственного метрологического контроля и надзора.

На рис. 2в показана схема, в которой кроме связей ОС₁ и ОС₂ используется связь ОС₃ между объектом и оператором. Данная схема применима для СИ, имеющих возможность дистанционного управления.

На рис. 2г показана связь контрольных воздействий (эталона) и центр принятия решений ОС₄. Данная связь предоставляет оператору дополнительную информацию о соответствии технического средства диагностирования ТСД₁ информации о нем, находящейся в центре принятия решений. Данная схема также имеет связи ОС₂ и ОС₁, которые позволяют оценить величину рассогласования измерительных сигналов после прохождения измерительного канала, а также оценить работоспособность встроенной в объект диагностики (СИ) технической системы диагностирования ТСД₂. Данная схема предназначена для оценки правильности функционирования элементов государственной системы диагностирования.

Выбор той или иной структуры связан в первую очередь с целесообразностью применения той или иной схемы.

2. Оценка качества системы диагностирования

Вне зависимости от структуры Государственная система диагностирования должна отвечать требованиям точности T , безотказности B , надежности H и контролепригодности Kn . Оценка соответствия этим требованиям производится на основе заданных значений показателей качества работы ЦПР $ЦПР$, организации диагностирования Op , использования объекта I , и критерия оптимизации организации системы диагностирования K – комплексного показателя качества системы. Таким образом, задача сводится к определению численных значений показателей точности, безотказности, надежности и контролепригодности объекта (T_1, B_1, H_1, Kn_1) и технических средств (T_2, B_2, H_2, Kn_2) при прочих известных показателях. Значение показателей $T_1, B_1, H_1, Kn_1, T_2, B_2, H_2, Kn_2$ можно найти из уравнения

$$K = K(T_1, T_2, B_1, B_2, H_1, H_2, Kn_1, Kn_2, ЦПР, I, Op)$$

при учете соответствующих ограничений на интервалы измерения показателей $T_1, B_1, H_1, Kn_1, T_2, B_2, H_2, Kn_2$.

Из множества существующих комбинаций значений данных показателей может существовать по крайней мере одна комбинация, которая является решением

поставленной задачи, т.е. позволяет обеспечить заданный уровень организации взаимодействия элементов государственной системы диагностирования.

Посредством использования программно-математических средств оптимизации критерия задача минимизации с ограничениями на показатели точности, надежности, безопасности и контролепригодности сводится к задаче безусловной минимизации методом прямого поиска.

Решение данной задачи позволяет обеспечить заданные требования к точности, надежности, контролепригодности и безотказности государственной системы диагностирования и объекта диагностирования.

3. Анализ системы диагностирования

Следует отметить, что даже при создании системы с высокими показателями точности, надежности, контролепригодности и безотказности государственной системы диагностирования и объекта диагностирования, данная система несовершенна:

- требуется разработка средств обеспечения информационной безопасности измерительного канала, реализованного с помощью сети интернет;
- для полного соблюдения процедуры поверки при проведении контрольно-поверочных работ в организации требуется наличие аттестованного на право поверки оператора, т.е. необходимо личное присутствие сотрудника государственной службы метрологического контроля и надзора;
- невозможно исключить необходимость поверки в органах государственного метрологического контроля и надзора технических средств, формирующих контрольные воздействия (эталонов). Данная проблема может быть частично решена либо классическим методом – поверки в территориальном органе государственной службы метрологического контроля и надзора, либо предоставлением сотруднику государственной службы метрологического контроля и надзора, обязанного присутствовать при проведении процедуры поверки, технических средств, формирующих контрольные воздействия (эталонов), необходимые для проведения поверки;
- введение системы не вызывает сложностей в случае поверки современных цифровых СИ, однако в случае аналоговых СИ данная система требует ручного ввода данных в технические средства, обрабатывающие информацию о состоянии объекта, что усложняет процесс их поверки. Однако, данный недостаток в процессе

обновления парка используемых СИ будет исключен без вмешательства сотрудников органов государственного метрологического контроля и надзора.

Несмотря на ряд недостатков, предлагаемая государственная система диагностирования обладает рядом преимуществ в сравнении с существующей системой Государственной метрологической службой:

- позволяет частично решить проблему загруженности органов государственного метрологического контроля и надзора, и при этом сохранить единство измерений за счет сохранения функций контрольно-поверочных работ за государственными службами;
- гармонизирует систему государственного метрологического контроля и надзора с современным уровнем науки и техники – использование сети интернет в качестве измерительного канала обработки и приема информации;
- позволяет производить контрольно-поверочные работы на рабочих местах без транспортирования СИ и учитывать особенности влияющих факторов и условий эксплуатации СИ;
- организация-владелец СИ может самостоятельно провести калибровку используемого СИ в случае необходимости;
- создает предпосылки для создания единой электронной базы данных и статистики поверок, которая позволит индивидуально регулировать межповерочные интервалы для каждого СИ – т.е. производить поверку по фактическому состоянию СИ.

Заключение

Ряд описанных выше преимуществ государственной системы диагностирования позволяет сделать вывод о том, что она является перспективным способом решения проблемы организации государственного метрологического контроля и надзора, так как отвечает современному уровню науки и техники и позволяет производить поверку по фактическому состоянию СИ.

Список литературы

1. Агамалов Ю.Р. Особенности организации метрологического обеспечения самопроверяемых средств измерений одной электрической величины. Сборник материалов XI Всероссийской научно-технической конференции «Состояние и проблемы измерений», М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011, с. 33-36.

2. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т./Ред. Совет: В.С. Авдуревский (пред.) и др. – М.:Машиностроение, 1987. – (В пер.). Т.9. Техническая диагностика/ под. общ. ред. В.В. Ключева, П.П. Пархоменко. – 352 с.