



Десять актуальных вопросов метрологического обеспечения автоматизированных систем

А.А. Данилов (ФБУ «Пензенский ЦСМ»)

Рассматриваются аспекты метрологического обеспечения автоматизированных систем: законодательные, теоретические, прикладные. Даются рекомендации, которые могут быть полезны как разработчикам и проектантам автоматизированных систем, так и персоналу, осуществляющему их обслуживание.

Ключевые слова: автоматизированные системы, измерительные системы, калибровка, метрологическое обеспечение, поверка, программное обеспечение, утверждение типа.

Разработчики и проектанты автоматизированных систем, а также персонал, осуществляющий их обслуживание, в своей деятельности неизбежно сталкиваются с вопросами метрологического обеспечения систем. Цель настоящей статьи – дать некоторые разъяснения на вопросы, обращения по которым встречаются наиболее часто.

1. Все ли автоматизированные системы являются средствами измерений?

В настоящее время в эксплуатации находятся сотни тысяч автоматизированных систем различного назначения, однако в соответствии с определением ГОСТ Р 8.596. «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения» лишь измерительные системы (ИС) могут быть отнесены к средствам измерений (СИ). Остальные же системы



Рис. 1. О подразделении автоматизированных систем

в терминологии действующего ФЗ «Об обеспечении единства измерений» представляют собой не что иное, как технические системы с измерительными функциями (рис. 1), в составе которых ИС могут быть выделены на функциональном уровне (согласно ГОСТ Р 8.596).

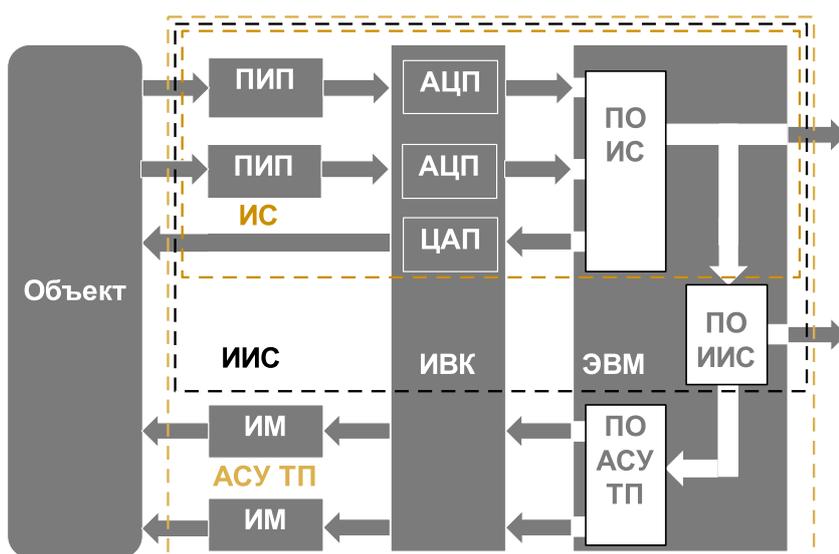


Рис. 2. Структура автоматизированной системы, где ПИП – первичный измерительный преобразователь, ЦАП и АЦП – цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователи соответственно, ИМ – исполнительный механизм

2. Подлежат ли автоматизированные системы испытаниям в целях утверждения типа?

В соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» утверждению типа подлежат лишь средства измерений, а потому в отношении автоматизированных систем следует вести речь об утверждении типа лишь ИС, разработанных, изготовленных и эксплуатируемых как законченные изделия, а также ИС, функционирующих в составе автоматизированных систем (рис. 2). Для измерительных систем, функционирующих в составе автоматизированных систем, возникает достаточно серьезная проблема, которая заключается в следующем. Автоматизированные системы имеют свое наименование, на них существует документация, в которой

ИС обычно не выделена ни на функциональном, ни на каком-то другом уровне. На ИС, в отличие от указанных автоматизированных систем, обычно не существует документации.

Кто принимает решение о выделении ИС в составе автоматизированной системы: разработчик/проектант, изготовитель, владелец, испытатель? Первые трое обычно не интересуются этим (для них — надуманным) вопросом. Получается, что решение о выделении на функциональном уровне ИС в составе автоматизированной системы по факту (и сложившейся практике) принимает испытатель (рис. 3) [1] совместно с заявителем.

При выделении ИС в составе автоматизированных систем следует решить и методологический вопрос: где заканчиваются измерения в ИС? В этом вопросе существуют три диаметрально противоположные точки зрения (рис. 4).

В соответствии с первой точкой зрения, никакой ИС не существует, есть несколько СИ утвержденного типа и аттестованная методика (метод) измерений. Учитывая, что результаты измерений от СИ поступают по запросу от ЭВМ, а сама методика (метод) измерений реализована в ЭВМ, то и автоматизированная система все же существует, как бы ни отстаивали свою точку зрения ее сторонники.

В соответствии со второй точкой зрения измерения заканчиваются, например получением кода (в простейшем случае — в первичном измерительном преобразователе), который далее используется для различных арифметических и логических операций. Указанная точка зрения частично справедлива лишь для информационно-измерительных систем и систем дистанционного снятия показания, только в том случае, если в ЭВМ этих систем не реализуются косвенные измерения.

В соответствии с третьей (устоявшейся) точкой зрения измерения заканчиваются там, где пользователь ИС получает результат (на экране монитора или на листе бумаги, отпечатанном с помощью принтера, либо посредством занесения кода в ячейку БД).

3. Какими нормативными документами руководствоваться при метрологическом обеспечении автоматизированных систем?

Требования к стадиям создания и видам испытаний автоматизированных систем различного назначения установлены в стандартах 34 серии, например, ГОСТ 34.601-90. «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» и ГОСТ 34.603-92. «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем».



Рис. 3. О выделении ИС в составе технической системы

Общие требования к метрологическому обеспечению ИС приведены в ГОСТ Р 8.596, хотя отдельные положения этого стандарта давно требуют пересмотра [2]. Специфические требования к метрологическому обеспечению и отдельных видов автоматизированных систем регламентированы рядом документов:

— ГОСТ Р 8.642-2008. «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем узлов учета тепловой энергии. Основные положения»;

— ГОСТ Р 8.778-2011. «ГСИ. Средства измерений тепловой энергии для водяных систем теплоснабжения. Метрологическое обеспечение»;

— ГОСТ Р 8.731-2010. «ГСИ. Системы допускового контроля. Основные положения»;

— ГОСТ Р 8.818-2013. «ГСИ. Средства измерений и системы измерительные виртуальные. Общие положения»;

— ГОСТ Р 8.734-2011 «ГСИ. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы метрологического самоконтроля»;

— ГОСТ Р 8.825-2013. «ГСИ. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы ускоренных испытаний» и др.

Вместе с тем, практика показывает, что требуют разработки следующие документы:

— типовые требования к структуре автоматизированных систем и протоколам обмена информацией, получаемой от первичных измерительных преобразователей,

— типовая программа испытаний автоматизированных систем,

— типовая методика поверки ИС, функционирующих в составе автоматизированных систем,

— рекомендации по назначению интервалов между поверками и калибровками многоканальных ИС, функционирующих в составе автоматизированных систем.



Рис. 4. Возможные точки окончания измерений в структуре ИС

4. На что необходимо обращать внимание при испытаниях многоканальных автоматизированных систем?

При испытаниях в целях утверждения типа ИС, функционирующих в составе автоматизированных систем (рис. 2), целесообразно предусмотреть возможность модернизации системы в дальнейшем на стадии ее эксплуатации, а потому целесообразно, чтобы такие системы соответствовали классу ИС-1 в классификации ГОСТ Р 8.596.

При проведении испытаний многоканальных автоматизированных систем помимо прочих испытаний необходимо убедиться в следующем:

- технические средства позволяют хранить требуемый объем данных о результатах измерений (это могут быть часовые, суточные и месячные архивы и пр.) в течение требуемого интервала времени;

- все каналы автоматизированной системы могут быть «опрошены» в течение заданного интервала времени.

5. Как нормировать метрологические характеристики измерительных систем, функционирующих в составе автоматизированных систем?

Нормирование метрологических характеристик измерительных каналов измерительных систем должно быть выполнено согласно ГОСТ 8.009-84. «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» и МИ 2439-97. «ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура, принципы регламентации, определения и контроля».

При нормировании пределов допускаемой погрешности измерений целесообразно устанавливать:

- пределы (положительный и отрицательный) допускаемой основной погрешности или пределы допускаемой систематической составляющей погрешности и предел допускаемого среднего квадратичного отклонения случайной составляющей основной погрешности (для средств измерений, в методиках поверки которых предусмотрен расчет среднего квадратичного отклонения);

- пределы (положительный и отрицательный) допускаемой дополнительной погрешности или ее составляющих (наибольшее допускаемое изменение погрешности, обусловленное изменением влияющих величин в пределах диапазона измерений), или пределы допускаемой погрешности в интервале влияющей величины, или функции влияния.

Нормирование метрологических характеристик измерительных каналов ИС должно обеспечиваться:

- расчетами пределов допускаемой погрешности измерительных каналов ИС в рабочих условиях эксплуатации по нормированным метрологическим характеристикам компонентов (МИ 222-80. «ГСИ. Методика расчета метрологических характеристик ИК ИИС по метрологическим характеристикам компонентов», МИ 2168-91. «ГСИ. Системы измерительные информационные. Методика расчета метро-

логических характеристик измерительных каналов по метрологическим характеристикам линейных аналоговых компонентов, [1]);

- контролем пределов допускаемой погрешности измерительных каналов и их компонентов при испытаниях для целей утверждения типа и поверке (МИ 2440-97. ГСИ. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов, [1]).

Для СИ, используемых в составе ИС и автоматизированных систем с измерительными функциями, метрологические характеристики которых определяют расчетом по метрологическим характеристикам входящих в их состав СИ, следует нормировать отдельно случайную и систематическую составляющие погрешности [1]. Перечень нормируемых метрологических характеристик и способы их выражения должны быть установлены при проектировании СИ таким образом, чтобы обеспечить возможность учета их метрологических свойств при расчете погрешности результатов измерений.

При контроле же пределов допускаемой погрешности измерительных каналов и их компонентов целесообразно вводить так называемый коэффициент метрологического запаса (например, 20%) и придерживаться следующего правила: контролируемая погрешность не должна превышать 0,8 предела допускаемой погрешности.

6. Нужно ли проводить поверку автоматизированных систем?

Поверку автоматизированных систем, точнее, измерительных систем, функционирующих в составе автоматизированных систем, следует проводить только в том случае, если они применяются для измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (ФЗ «Об обеспечении единства измерений»). При этом поверке подлежат лишь системы утвержденного типа, а поверку проводят в соответствии с установленными требованиями (Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»).

По результатам поверки должно быть оформлено свидетельство о поверке, в котором должен быть приведен состав измерительных каналов ИС с указанием заводских номеров СИ, образующих измерительные каналы системы.

Для снижения трудоемкости и продолжительности поверки многоканальных измерительных систем целесообразно использовать известные рекомендации [1, 3–5].

7. Нужно ли проводить аттестацию ПО автоматизированных систем?

Подтверждение соответствия ПО СИ в форме аттестации недопустимо, так как ФЗ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ установ-

Совершенство создают мелочи, но само совершенство не мелочь.

Микеланджело

лены следующие формы подтверждения соответствия: добровольное (в форме добровольной сертификации) и обязательное (в форме принятия декларации о соответствии или обязательной сертификации).

Именно по этой причине оценка свойств и характеристик ПО СИ проводится в рамках проведения испытаний СИ в целях утверждения типа в соответствии с установленной процедурой (Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 30 октября 2009 г. № 1081 «Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения»). При этом требования к ПО изложены в стандартах (ГОСТ Р 8.654-2015. «ГСИ. Требования к программному обеспечению средств измерений»; ГОСТ Р 8.839-2013. (OIML D31:2008) «ГСИ. Общие требования к измерительным приборам с программным управлением»), а методы испытаний — в нормативных документах (МИ 2174-91 «ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения»; ГОСТ Р 8.883-2015. «ГСИ. Программное обеспечение средств измерений. Алгоритмы обработки, хранения, защиты и передачи измерительной информации. Методы испытаний»; Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка обеспечения защиты программного обеспечения»).

8. Можно ли проводить калибровку ИС, функционирующих в составе автоматизированных систем в рабочих условиях эксплуатации?

В последнее время лица, эксплуатирующие ИС настаивают на проведении калибровки измерительных каналов систем именно в рабочих условиях эксплуатации систем, объясняя это тем, что рабочая область значений влияющих величин для калибруемых измерительных каналов сравнительно невелика и может принимать область значений, расположенную вдали от нормальной области значений влияющих величин.

Именно для такой постановки задачи разработан перспективный способ, основанный на использовании метода замещения с применением двух эталонов (переносного калибратора, работающего в рабочих

условиях системы, и стационарного, работающего в нормальных условиях). Предложенный способ достаточно подробно изложен в работах [1, 6].

9. Имеет ли смысл вести формуляр автоматизированной системы в электронном виде?

Ведение формуляра в электронном виде ГОСТ 2.612-2011 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронный формуляр. Общие положения» довольно перспективно особенно для многоканальных автоматизированных систем, так как позволяет не только оперативно вносить информацию о ремонтах и заменах, но и автоматизировать процесс проверки результатов поверки СИ, входящих в состав автоматизированной системы, с использованием сведений, находящихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (<http://fundmetrology.ru>).

10. Как устанавливать и корректировать интервал между поверками и калибровками ИС в составе автоматизированных систем

К сожалению, РМГ 74-2004. «ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений» не позволяют корректно установить интервал между поверками для многоканальных ИС. Именно поэтому в МИ 3290-2010. «ГСИ. Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа» дается следующая рекомендация: «В случае, когда интервал между поверками не рассчитывается, а устанавливается на основе анализа отечественных и зарубежных аналогов, к протоколу испытаний должен быть приложен соответствующий аналитический отчет».

Надеюсь, что краткий обзор и приведенные рекомендации будут полезны как разработчикам и проектантам автоматизированных систем, так и персоналу, осуществляющему их обслуживание.

Список литературы

1. Данилов А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем: 3-е изд., перераб. и дополн. С.-Петербург: Политехника-Сервис. 2014. 189 с.
2. Данилов А.А. О необходимости пересмотра ГОСТ Р 8.596-2002 // Метрология. 2014, № 1. С. 3-7.
3. Шейнин Э.М. О метрологии больших систем учета энергоресурсов // Измерительная техника. 2012. №12. С. 55-58.
4. Кондаков В.Ю., Крылов В.С., Шейнин Э.М. Повышение достоверности метрологического контроля многоканальных измерительных систем // Метрология. 2016. № 3. С. 18-22.
5. Данилов А.А. Развитие измерительных систем и их метрологического обеспечения // Метрология, 2016, № 3. С. 3-11.
6. Бержинская, М. В., Данилов А. А., Кучеренко Ю. В. Ординарцева Н. П. Калибровка средств измерений в рабочих условиях // Метрология. 2014. № 1. С. 19-22.

Данилов Александр Александрович — д-р техн. наук, проф., исполняющий обязанности директора ФБУ «Пензенский ЦСМ». Контактный телефон (8412) 49-51-90. E-mail: aa-dan@mail.ru