

Из опыта разработки программ и методик аттестации испытательного оборудования

Алимов С.С. – начальник отдела оценки соответствия средств испытаний ФГУП «ВНИИФТРИ»,
Тулянцева Т.С. – главный метролог АО «ТЕСТ-ПРИБОР»,
Рагозин М.П. – инженер-метролог АО «ТЕСТ-ПРИБОР»,
Николаев Е.С. – младший научный сотрудник ФГУП «ВНИИФТРИ»

Испытания продукции – важный и сложный процесс получения информации о характеристиках объекта, являющийся основой объективной оценки технического уровня и качества испытываемых изделий на всех стадиях жизненного цикла.

Условием получения достоверной информации с гарантируемой оценкой точности о характеристиках испытываемых изделий является применение современных средств измерений (СИ) и испытательного оборудования (ИО), предназначенного для воспроизведения условий испытаний.

ИО подвергают процедуре аттестации в соответствии с требованиями государственных стандартов, в результате которой определяется его пригодность к применению при испытаниях продукции. Согласно требованиям стандартов, процедура аттестации должна включать в себя следующие мероприятия:

- разработку проектов программ и методик аттестации ИО;
- метрологическую экспертизу проектов программ и методик аттестации (или разработку программ и методик аттестации – по решению Заказчиков);
- согласование и утверждение программы и методики аттестации при положительных результатах метрологической экспертизы;
- исследование основных точностных характеристик ИО;
- оформление соответствующих документов по результатам исследования характеристик, а именно протокола аттестации и аттестата об аттестации ИО (при положительных результатах работ).

Действующим законодательством установлены определенные требования к организации и порядку проведения метрологической экспертизы, но

стоит отметить, что при этом проекты программ и методик аттестации (далее – ПМА) ИО могут разрабатываться на территории любого предприятия, эксплуатирующего ИО, при наличии специалистов, владеющих навыками и знаниями в данной области.

Опыт, полученный специалистами ФГУП «ВНИИФТРИ» и АО «ТЕСТ-ПРИБОР» при выполнении работ по аттестации ИО, позволяет провести квалифицированную оценку проектов ПМА, разработанных сотрудниками сторонних предприятий, и выявить недостатки, возникающие вследствие отсутствия опыта выполнения работ в этом направлении и знаний государственных стандартов. В приведенной ниже схеме отражены основные критерии оценки правильности структурного построения документов и изложения в них метрологических и методологических вопросов аттестации ИО.

Далее рассмотрим основные недостатки, выявленные в проектах ПМА в ходе оценки соответствия критериям, указанным в схеме на рисунке 1. Более подробно остановимся на критериях №№ 1 и 4.



Рисунок 1 – Структурная схема критериев оценки разработанных ПМА

Основные ошибки, связанные с критерием № 1:

1. В ПМА отсутствуют численные значения диапазонов параметров, их допустимых отклонений (погрешностей измерений), вследствие чего невозможно определить объем работ, обоснованность выбора средств измерений (СИ) для контроля характеристик ИО и провести оценку точности измерений.

Верный выбор параметров ИО и их допустимых границ является одним из важнейших этапов построения ПМА, поэтому именно при решении этого вопроса у специалистов при разработке ПМА возникает больше всего проблем. Основными техническими параметрами ИО, требующими определения и подтверждения при аттестации, должны являться воспроизводимые параметры, которые непосредственно создаются для испытаний изделий. Состав воспроизводимых параметров, а также их допустимых отклонений, как правило, должны определяться в соответствии с техническими условиями или программами испытаний изделий, эксплуатационной документацией на ИО (к примеру, паспорт или техническое описание), государственными стандартами (в них могут быть изложены требования к оборудованию, применяемому при испытаниях изделий) и др.

Следует учитывать, что кроме воспроизводимых параметров, у ИО присутствуют также иные технологические параметры, отвечающие требованиям техники безопасности и обеспечивающие функционирование ИО. К таким технологическим параметрам можно отнести:

- характеристики питающей сети, такие как напряжение и частота переменного тока;
- геометрические размеры составных частей ИО, если они не используются при расчетах воспроизводимых параметров и не требуют контроля с применением СИ;
- давление в системе подачи жидкого азота в испытательную камеру холода, контролируемое по индикаторным устройствам с целью оценки правильности работы насосной системы;
- сопротивление изоляции токоведущих систем и др.

Следующим этапом после определения состава, диапазона и допустимых отклонений параметров является выбор СИ для контроля этих параметров. СИ следует выбирать исходя из его метрологических характеристик, позволяющих провести измерения параметра в требуемом диапазоне, при этом пределы погрешности выбранного СИ должны обеспечивать необходимую точность измерений. При выборе СИ его точность должна быть достаточно

высокой по сравнению с допустимым отклонением измеряемого параметра.

Для оценки точности измерений используется величина, называемая коэффициентом точности, которая рассчитывается, как отношение допустимого отклонения параметра к погрешности измерений, основной составляющей которой является суммарная погрешность СИ. Для обеспечения приемлемой точности и достоверности измерений следует выбирать средства измерений исходя из значения коэффициента точности равного трем.

Пример: В ПМА аппаратов горюче-смазочных материалов в таблице основных точностных характеристик приведен параметр «Температура каплепадения контрольного образца», при этом в графах «Номинальное значение» и «Допустимое отклонение» идет ссылка на эксплуатационную документацию на аппарат. Далее, в разделе «Метрологическое обеспечение аттестации» указано СИ – «термометр лабораторный» с описанием основных метрологических характеристик. В связи с отсутствием информации о номинальном значении и допустимом отклонении параметра невозможно сделать вывод о правильности выбора данного термометра, так как непонятно удовлетворяет ли термометр требованиям по диапазону и погрешности измерений.

Рекомендации:

- просмотреть эксплуатационную документацию (ЭД) на все типы аппаратов, под которые подходит данная ПМА, и записать для каждого из них свой диапазон температуры каплепадения и допустимое отклонение;
- проанализировать диапазон температуры каплепадения для каждого из аппаратов и определить общий диапазон указанного параметра, затем оценить, перекрывает ли используемый при аттестации термометр общий диапазон параметра.

2. Наименование параметров, их значения, допустимые отклонения (погрешности измерений), приведенные в ПМА, могут не соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации, ГОСТах, методиках испытаний, технических условиях.

Пример: В ПМА на климатическую камеру тепла-холода, разработанную с учетом комплекса государственных стандартов на проведение испытаний изделий, в диапазоне воспроизводимых камерой температур от минус 50 до плюс 50 °С установлено допустимое отклонение ± 3 °С, что не соответствует требованиям ГОСТов, в котором установлено допустимое отклонение к данному диапазону температур ± 2 °С.

Рекомендации:

- так как ПМА ссылается на комплекс государственных стандартов на проведение испытаний изделий, необходимо руководствоваться требованиями этих стандартов, т.е. установить допустимое отклонение ± 2 °С к диапазону воспроизводимых камерой температур от минус 50 до плюс 50 °С;
- исключить из ПМА ссылки на эти ГОСТы;
- текст ПМА необходимо дополнить примечаниями о том, что допустимое отклонение может быть указано, исходя из требований ЭД на данную камеру или методик испытаний продукции, т.к. государственные стандарты этого не запрещают.

Основные ошибки, связанные с критерием № 4:

1. В ходе рассмотрения ПМА установлено, что измерительный канал, используемый для контроля одного из параметров объекта испытаний и состоящий из первичного преобразователя, коаксиального кабеля и вторичного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), поверен поэлементно.

При аттестации ИО специфического назначения часто применяются измерительные системы, включающие в себя измерительные каналы, состоящие из следующих компонентов:

- первичный преобразователь, формирующий аналоговый сигнал (сила тока, сопротивление, напряжение и т. п.);
- кабель подключения первичного преобразователя к модулю ввода данных АЦП;
- АЦП.

При этом помимо контроля воспроизводимых параметров ИО такие измерительные каналы применяются также для измерений параметров изделий при испытаниях. Если для измерений воспроизводимых параметров применения измерительных каналов, поверенных поэлементно (первичное и вторичное СИ поверяется по отдельности) достаточно, то для использования этих измерительных каналов для контроля характеристик объекта испытаний требуется провести испытания в целях утверждения типа и последующую поверку измерительного канала целиком, чтобы получить нормированный документ. Так как процедура утверждения типа измерительной системы в целом занимает много времени и средств, то оптимальным решением проблемы соблюдения требований законодательства может стать разработка и аттестация методики измерений, подтверждающей правильность расчетов суммарной

погрешности измерений первичного преобразователя и АЦП.

2. В ходе рассмотрения ПМА установлено отсутствие методики измерений параметра, рассчитываемого в ПМА косвенным методом с использованием СИ разноименных величин.

Пример: в ПМА на специфическое ИО (стенд с кривошипно-шатунным механизмом) присутствует характеристика «Скорость перемещения ползуна», которую невозможно проконтролировать методом прямых измерений в связи с отсутствием необходимых СИ, занесенных в Государственный реестр средств измерений (ГРСИ РФ). При этом на момент разработки ПМА с использованием расчета скорости перемещения через частоту вращения вала и номинальное перемещение ползуна не была разработана и аттестована методика (метод) выполнения измерений, в которой должны быть изложены операции, обеспечивающие необходимый результат с установленными и подтвержденными показателями точности.

Рекомендация: Разработать и провести аттестацию методики (метода) выполнения измерения в соответствии с ГОСТ Р 8.563–2009 до разработки ПМА и проведения ее (их) экспертизы.

Коротко о недостатках, связанных с остальными критериями.

Основные ошибки, связанные с критерием № 2:

Не обеспечивается требуемая точность измерений при определении основных точностных характеристик ИО.

Пример: При определении выходного напряжения с допустимым отклонением ± 1 В, установленным в ЭД на ИО, используется вольтметр с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,5$ В. При оценке точности измерений рассчитывается коэффициент точности измерений (КТ), равный отношению допустимого отклонения напряжения к погрешности используемого вольтметра. После проведения расчетов установлено, что фактический КТ равен 2, что не соответствует требованиям руководящих документов, согласно которым фактический КТ должен быть не менее 3.

Рекомендации:

- выбрать СИ, обеспечивающее требуемый коэффициент точности не менее 3;
- скорректировать ЭД на ИО, расширив границы допустимого отклонения.

Основные ошибки, связанные с критерием № 3:

1. Выбор СИ для контроля параметра ИО не является обоснованным, т.к. оно не обеспечивает достоверность измерений указанного в ПМА параметра.

Пример: в ПМА камеры тепла и холода объемом 1 м³ в качестве применяемого СИ указан измеритель температуры с возможностью подключения 8-ми термометров сопротивления, что является недостаточным условием проведения аттестации согласно требованиям ГОСТ Р 53618–2009, где изложены методические рекомендации по определению характеристик температурного воздействия в 9-ти точках полезного объема камеры.

Рекомендации:

- подобрать измеритель температуры с возможностью подключения большего количества термометров сопротивления;
- убедиться в том, что измеритель температуры внесен в Федеральный информационный фонд обеспечения единства измерений (ГРСИ РФ).
- провести оценку точности измерений выбранного СИ.

2. В разделе «Метрологическое обеспечение аттестации» ПМА отсутствует СИ для контроля основного параметра ИО или характеристики условий проведения аттестации.

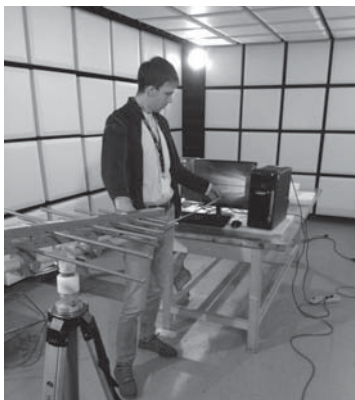
Пример: В ПМА на стенд гидравлических испытаний отсутствует СИ для контроля температуры окружающей среды, что недопустимо, т.к. при аттестации используется образцовый манометр, основная погрешность которого подтверждена в узком диапазоне температур окружающей среды, и если не измерить эту температуру, то невозможно провести оценку достоверности измерений воспроизводимого стендом давления.

Рекомендация: подобрать СИ температуры окружающего воздуха, внесенное в ГРСИ РФ и обеспечивающее точность измерений.

Основные ошибки, связанные с критерием № 5:

В ПМА отсутствует раздел «Обработка, анализ и оценка результатов аттестации», что является нарушением требований государственных стандартов.

Пример: В ПМА на климатическую камеру тепла и холода отсутствует вышеуказанный раздел, который отражает формулы расчетов средних значений температуры, действительных отклонений, градиентов, вариации, колебаний температуры и т.д., что используется в последствии при аттестации на момент составления протокола и проведения расчетов.



Рекомендация: дополнить ПМА разделом, включающим формулы расчетов характеристик климатической камеры.

Основные ошибки, связанные с критерием № 6:

В ПМА отсутствуют требования к применяемым при аттестации СИ.

Пример: В ПМА ИО не сказано, что применяемые при аттестации СИ должны быть поверены в соответствии с действующим законодательством, а также не приведены положения об

отношении допустимого отклонения воспроизводимого параметра испытательного режима к погрешности СИ или об отношении требуемой погрешности измерений к фактической при наличии параметров с односторонним допуском в виде «не более» и «не менее», что не позволяет оценить точность измерений и провести аттестацию ИО.

Рекомендация: Установить в ПМА требования к используемым СИ при аттестации ИО в соответствии с государственными стандартами.

Основные ошибки, связанные с критерием № 7:

В тексте ПМА применяются некорректные термины и определения, имеются ошибки в оформлении, орфографии и пунктуации.

Примеры:

- в тексте ПМА приведена запись диапазона частот колебаний синусоидальной вибрации «от 5 Гц до 3000 Гц», что является некорректной записью диапазона в соответствии с п. 4.2.11 ГОСТ 2.105–95;
- в тексте ПМА при указании значения пониженного давления с предельным отклонением приведена запись «1333 ± 133,3 Па», что является некорректной записью в соответствии с п. 8.5 ГОСТ 8.417–2002;
- в тексте ПМА некорректно приведена запись числовых значений и обозначений единиц величин «10А», «мм. рт. ст.», «±2%», что является нарушением требований ГОСТ 8.417–2002;
- в ПМА оформлена таблица с обозначением и наименованием «Таблица 1. Характеристики ИО, определяемые при аттестации», что является нарушением требований п. 4.4.1 ГОСТ 2.105–95. Правильное написание наименования таблицы в соответствии с ГОСТ 2.105–95 выглядит следующим образом: «Таблица 1 – Характеристики ИО, определяемые при

аттестации».

Рекомендация: Перед разработкой проектов ПМА необходимо изучить требования ГОСТ 2.105–95 и ГОСТ 8.417–2002 и применить их на практике.

Основные ошибки, связанные с критерием № 8:

В тексте ПМА отсутствуют ссылки на государственные военные стандарты, регламентирующие форму отчетных документов по результатам аттестации ИО.

Пример: ПМА по наименованию распространяется на первичную и периодическую аттестацию, однако в разделе «Требования к отчетности» отсутствуют положения об оформлении результатов при проведении периодической аттестации с ссылкой на конкретные пункт или приложение государственного военного стандарта.

Рекомендация: Раздел «Требования к отчетности» должен полностью отражать требования государственного военного стандарта в части требований к оформлению результатов аттестации и отчетных документов.

Выводы данной статьи:

Во избежание вышеуказанных проблем специалистам метрологических отделов организаций следует больше времени уделять:

- изучению ГОСТов, в которых изложены требования к организации и порядку разработки ПМА.
- получению знаний нормативных документов, отражающих методические рекомендации при разработке ПМА и, в последующем проведении исследований характеристик ИО на момент аттестации.
- применению при разработке ПМА практических навыков работы с ИО, знаний о целях применения такого ИО, рабочей конструкторской и эксплуатационной документации, методик проведения испытаний.