

Опыт разработки программ и методик аттестации испытательного оборудования

М. Рагозин¹, Т. Тулянцева², С. Алимов³, Е. Николаев⁴

УДК 621.37 | ВАК 05.27.06

Испытания продукции – важный и сложный процесс получения информации о характеристиках объекта. Процедура составляет основу объективной оценки технического уровня и качества испытываемых изделий на всех стадиях ее жизненного цикла.

Получение достоверной информации с гарантируемой оценкой точности характеристик испытываемых изделий невозможно без применения современных средств измерений (СИ) и испытательного оборудования (ИО), предназначенного для воспроизведения условий испытаний.

ИО подвергают процедуре аттестации в соответствии с требованиями государственных стандартов, чтобы определить его пригодность к применению при испытаниях продукции. Согласно требованиям стандартов процедура аттестации должна предусматривать следующие мероприятия:

- разработка проектов программ и методик аттестации ИО;
- метрологическая экспертиза проектов программ и методик аттестации (или разработка 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 (при положительных результатах работ).

Действующим законодательством установлены требования к организации и порядку проведения метрологической экспертизы. При этом проекты программ и методик аттестации (далее – ПМА) ИО могут разрабатываться на любом предприятии, эксплуатирующем ИО, при наличии специалистов, владеющих навыками и знаниями в данной области.

Опыт, полученный специалистами ФГУП «ВНИИФТРИ» и АО «ТЕСТПРИБОР» при выполнении работ по аттестации ИО,

позволяет провести квалифицированную оценку проектов ПМА, разработанных сотрудниками сторонних предприятий, и выявить недостатки, возможные из-за отсутствия опыта соответствующих работ и знаний государственных стандартов. В приведенной ниже схеме (см. рисунок) отражены основные критерии оценки правильности структурного построения документов и изложения в них метрологических и методологических вопросов аттестации ИО.

Рассмотрим основные недостатки, выявленные в проектах ПМА в ходе оценки соответствия критериям, указанным в схеме на рисунке. Более подробно остановимся на критериях 1 и 4.

Критерий 1

1. Проекты программ и методик аттестации не предусматривают численных значений диапазонов параметров, их допустимых отклонений (погрешностей измерений), поэтому невозможно определить объем работ, обоснованность выбора средств измерений (СИ) для контроля характеристик ИО и оценить точность измерений.

Правильный выбор параметров ИО и их допустимых границ – один из важнейших этапов построения ПМА, именно при решении этого вопроса у специалистов возникает больше всего проблем. Основными техническими параметрами ИО, требующими определения и подтверждения при аттестации, должны быть воспроизводимые параметры. Состав воспроизводимых параметров, а также их допустимые отклонения, как правило, определяются в соответствии с техническими условиями или программами испытаний изделий, эксплуатационной документацией на ИО (к примеру, паспорт или техническое описание), государственными стандартами (предусматривают требования к оборудованию, применяемому при испытаниях изделий) и др.

Наряду с воспроизводимыми параметрами для ИО характерны иные технологические параметры, отвечающие требованиям техники безопасности и обеспечивающие функционирование ИО, в частности:

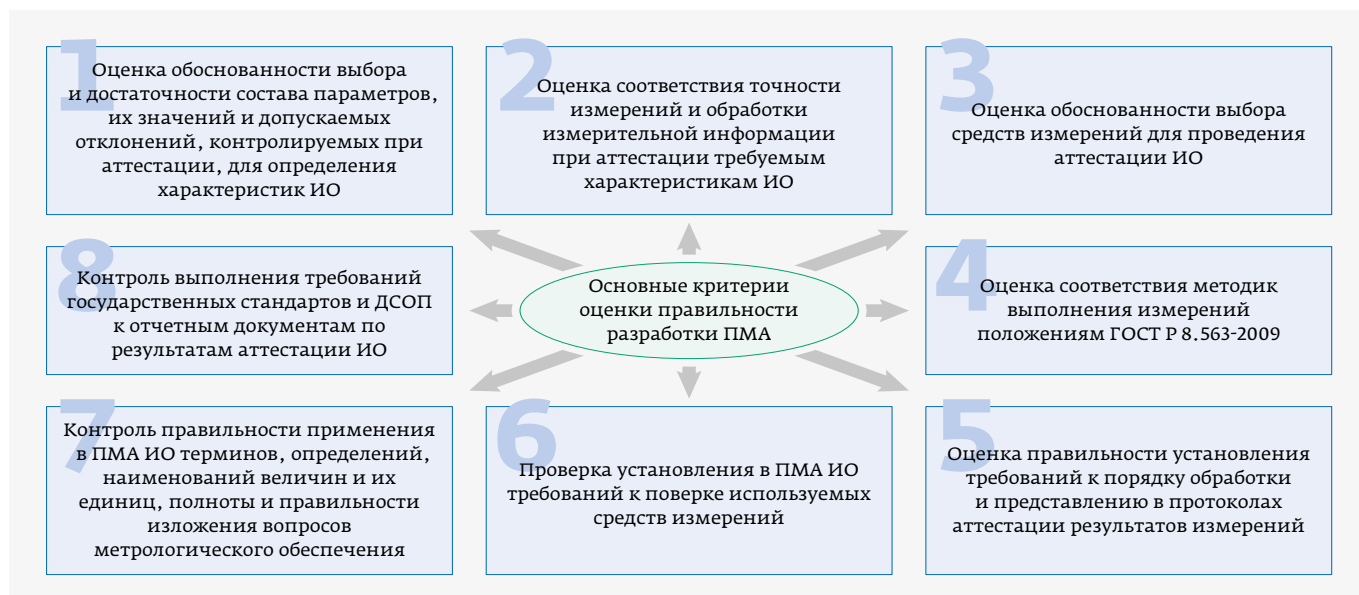
- характеристики питающей сети (напряжение и частота переменного тока);

¹ АО «ТЕСТПРИБОР», инженер-метролог, ragozin@test-expert.ru.

² АО «ТЕСТПРИБОР», главный метролог.

³ ФГУП «ВНИИФТРИ», начальник отдела оценки соответствия средств испытаний.

⁴ ФГУП «ВНИИФТРИ», м. н. с., e_nikolaev91@vniiftri.ru.



Структурная схема критериев оценки разработанных ПМА

- 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 в целях оценки правильности работы насосной системы;
- сопротивление изоляции токоведущих систем и др.

Следующий после определения состава, диапазона и допустимых отклонений параметров этап – выбор СИ для контроля этих параметров. Необходимо учитывать его метрологические характеристики, позволяющие измерить параметры 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 измерений используется коэффициент точности, рассчитываемый как отношение допустимого отклонения параметра к погрешности измерений, основная составляющая которой – 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». В графах «Номинальное значение» и «Допустимое отклонение» дается ссылка на эксплуатационную документацию для аппарата. В разделе «Метрологическое обеспечение аттестации» указано СИ – «термометр лабораторный» с описанием основных метрологических характеристик. Из-за

отсутствия 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 ЭД на все типы аппаратов, для которых подходит данная ПМА, и записать для каждого из них диапазон температуры каплепадения и допустимое отклонение;
- проанализировать диапазон температуры каплепадения для каждого из аппаратов и определить общий диапазон указанного параметра;
- оценить, покрывает 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 теплехолода, разработанную с учетом комплекса государственных стандартов на проведение испытаний изделий, в диапазоне воспроизводимых камерой температур от от -50 до $+50$ °C установлено допустимое отклонение ± 3 °C, что не соответствует требованиям ГОСТа, в котором установлено допустимое отклонение к данному диапазону температур ± 2 °C.

Рекомендации:

- так как ПМА ссылается на комплекс государственных стандартов на проведение испытаний изделий, необходимо руководствоваться требованиями этих

стандартов, то есть установить допустимое отклонение $\pm 2^\circ\text{C}$ к диапазону воспроизводимых камерой температур от -50 до $+50^\circ\text{C}$;

- исключить из ПМА ссылки на эти ГОСТы;
- текст ПМА необходимо дополнить примечаниями о том, что допустимое отклонение может быть указано с учетом требований ЭД на данную камеру или методик испытаний продукции, так как государственные стандарты этого не запрещают.

Критерий 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.

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 занимает много времени и средств, то оптимальным решением проблемы соблюдения требований законодательства могут быть 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) предусмотрена характеристика «Скорость перемещения ползуна», которую невозможно проконтролировать методом прямых измерений

в связи с отсутствием необходимых СИ, занесенных в ГРСИ РФ. На момент разработки ПМА с использованием расчета скорости перемещения через частоту вращения вала и номинальное перемещение ползуна не было аттестованной методики (метода) выполнения измерений, определяющей операции, обеспечивающие 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.

Критерий 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. Расчетами установлено, что фактический $K=2$ не соответствует требованиям руководящих документов, согласно которым фактический $KT > 3$.

Рекомендации:

- выбрать СИ, обеспечивающее требуемый коэффициент точности ($KT > 3$);
- скорректировать ЭД на ИО, расширив границы допустимого отклонения.

Критерий 3

1. Выбор СИ для контроля параметра ИО не является обоснованным, так как не обеспечивается достоверность измерений указанного в ПМА параметра.

Пример. В ПМА камеры тепла и холода объемом 1 м^3 в качестве применяемого СИ указан измеритель температуры с возможностью подключения восьми термометров сопротивления, что недостаточно для проведения аттестации согласно требованиям ГОСТ Р 53618-2009, предусматривающего методические рекомендации по определению характеристик температурного воздействия в десяти 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);

- оценить точность 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, так как при аттестации используется образцовый манометр, основная погрешность которого подтверждена в узком диапазоне температур окружающей среды. Без измерения этой температуры невозможно оценить достоверность измерений воспроизводимого стендом давления.

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

Критерий 5

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

Пример. В ПМА на климатическую камеру тепла и холода отсутствует указанный раздел, в котором отражены формулы расчетов средних значений температуры, действительных отклонений, градиентов, вариации, колебаний температуры и т. д. Впоследствии все это учитывается при аттестации на момент составления протокола и проведения расчетов.

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

Критерий 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. Кроме того, не приведены положения об отношении допускаемого 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 аттестовать ИО.

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

Критерий 7

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

Примеры:

- в тексте ПМА приведена некорректная запись диапазона частот колебаний синусоидальной вибрации «от 5 Гц до 3000 Гц», что нарушает требования п. 4.2.11 ГОСТ 2.105-95;
- в тексте ПМА при указании значения пониженного давления с предельным отклонением приведена некорректная запись « $1333 \pm 133,3 Па$ », что не соответствует требованиям п. 8.5 ГОСТ 8.417-2002;
- в тексте ПМА приведена некорректная запись числовых значений и обозначений единиц величин « $10А$ », «мм. рт. ст.», « $\pm 2\%$ », что не соответствует требованиям ГОСТ 8.417-2002;
- в ПМА оформлена таблица с наименованием «Таблица 1. Характеристики ИО, определяемые при аттестации», что не соответствует требованиям п. 4.4.1 ГОСТ 2.105-95. Правильное наименование таблицы согласно положениям ГОСТ 2.105-95: «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.

Критерий 8

В тексте ПМА отсутствуют ссылки на положения государственного военного стандарта, 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 со ссылкой на конкретные пункт или приложение государственного военного стандарта.

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

* * *

Во избежание указанных ошибок специалистам метрологических отделов организаций следует больше времени уделять:

- изучению ГОСТов, определяющих требования к организации и порядку разработки ПМА;
- проработке нормативных документов, отражающих методические рекомендации при разработке ПМА и 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. ●