

СОГЛАСОВАНО

Директор ФГУП «ВНИИМС»



Кононогов

2014 г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора по операционному
управлению Госкорпорации
«Росатом»



А.М. Локшин

2014 г.

**Аттестация испытательного оборудования.
Методические рекомендации**

Главный метролог
Госкорпорации «Росатом»

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Обысов'.

Н.А. Обысов

« 19 » 12 2014 г.

Москва
2014 год

Содержание

1	Область применения	3
2	Нормативные ссылки	3
3	Термины, определения и сокращения	4
4	Общие положения	5
5	Классификация испытательного оборудования	6
6	Нормирование точностных характеристик испытательного оборудования	7
7	Алгоритмы оценки точностных характеристик испытательного оборудования	10
8	Аттестация программного обеспечения испытательного оборудования	17
9	Первичная аттестация испытательного оборудования	20
10	Периодическая аттестация испытательного оборудования	22
11	Внеочередная аттестация испытательного оборудования	22
12	Порядок разработки программы и методики аттестации испытательного оборудования	22
	Приложение А. Рекомендуемые для применения стандарты на испытательное оборудование	25
	Приложение Б. Примеры дополнительных точностных характеристик испытательного оборудования	26
	Приложение В. Форма заключения по результатам аттестации программного обеспечения, входящего в состав испытательного оборудования	27
	Приложение Г. Содержание протокола аттестации испытательного оборудования	30
	Приложение Д. Форма аттестата на испытательное оборудование	31
	Приложение Е. Построение и содержание методики аттестации испытательного оборудования	32
	Библиография	34

1 Область применения

1.1 Настоящий документ устанавливает основные положения, содержание и порядок проведения аттестации испытательного оборудования.

1.2 Настоящий документ предназначен для применения организациями Госкорпорации «Росатом» (федеральные государственные унитарные предприятия и учреждения, находящиеся в ведении Госкорпорации «Росатом», акционерные общества, акционером которых является Госкорпорация «Росатом», акционерные общества, в которых права акционера от имени Российской Федерации осуществляет Госкорпорация «Росатом», их дочерние и зависимые общества, далее - организации).

1.3 Настоящий документ не распространяется на аттестацию испытательного оборудования, применяемого в области, связанной с разработкой, изготовлением, испытанием, эксплуатацией и утилизацией ядерного оружия.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящем документе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

ГОСТ Р 8.568-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

ГОСТ Р 8.654-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения.

ГОСТ Р 8.839-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к измерительным приборам с программным управлением.

ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение.

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

ГОСТ 28840-90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования.

ГОСТ Р 53616-2009 (МЭК 60068-3-6:2001) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию влажности.

ГОСТ Р 53618-2009 (МЭК 60068-3-5:2001) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним

воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию температуры.

ГОСТ Р 54082-2010 (МЭК 60068-3-11:2007) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы обработки результатов аттестации камер.

ГОСТ РВ 0008-002-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения.

РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

РД 50-482-84 Машины разрывные и универсальные для статических испытаний металлов и конструкционных пластмасс. Методика поверки.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем документе применяют термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **испытательное оборудование:** Техническое устройство для воспроизведения условий испытаний. [Компиляция определений испытательного оборудования и средства испытаний по ГОСТ 16504].

3.1.2 **аттестация испытательного оборудования:** Определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативных документов и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации. [ГОСТ 16504].

3.1.3 **условия испытаний:** Совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях. [ГОСТ 16504].

3.1.4 **испытание** – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта или воздействий. [ГОСТ 16504].

3.1.5 **испытательная организация:** Организация, на которую в установленном порядке возложено проведение испытаний определенных видов продукции или проведение определенных видов испытаний [ГОСТ 16504].

3.1.6 **испытательное подразделение:** Подразделение организации, на которое руководством возложено проведение испытаний [ГОСТ РВ 0008-002].

3.1.7 **метрологическая экспертиза программ и методик аттестации ИО:** Анализ и оценка правильности принятых при разработке программ и методик аттестации решений по определению нормированных характеристик ИО, определение возможности воспроизведения испытательным оборудованием условий испытаний, разработка рекомендаций по устранению выявленных недостатков [ГОСТ РВ 0008-002].

3.1.8 **аттестация программного обеспечения ИО:** Исследование программного обеспечения ИО с целью определения его характеристик, свойств и идентификационных данных (признаков) и подтверждения соответствия требованиям, установленным в технической документации на ИО [ГОСТ Р 8.654,

модифицировано применительно к программному обеспечению ИО].

3.1.9 неопределенность воспроизведения параметра условий испытаний: Неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых параметру условий испытаний на основании измерительной информации» [РМГ 29-2013, модифицировано применительно к воспроизведению параметра условий испытаний].

3.2 Сокращения:

ИО – испытательное оборудование;

СИ – средство измерений;

ПМА – программа и методика аттестации (ИО);

ПО – программное обеспечение;

1/10-НПА - Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА «Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям и программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии».

4 Общие положения

4.1 Цель аттестации ИО - подтверждение или установление характеристик ИО и возможности воспроизведения условий испытаний в заданных пределах с допускаемыми отклонениями, а также установление пригодности использования ИО в соответствии с его назначением.

4.2 Аттестация ИО включает:

- установление количественных значений точностных характеристик воспроизведения условий испытаний;

- установление пригодности использования ИО в конкретных методиках испытаний путем сравнения полученных оценок точностных характеристик со значениями, заданными в методиках испытаний и характеризующими соответствующие условия испытаний.

4.3 Если техническое устройство для воспроизведения условий испытаний одновременно является и СИ, причем точностные характеристики воспроизведения условий испытаний полностью определяются метрологическими характеристиками этого СИ, такое устройство подлежит поверке или калибровке как СИ и не подлежит аттестации как ИО.

Пример – испытательные высоковольтные установки, маятниковые копры.

4.4 При вводе в эксплуатацию в конкретном испытательном подразделении ИО подвергаются первичной аттестации.

4.5 В процессе эксплуатации ИО подвергаются периодической аттестации через интервалы времени, устанавливаемые в эксплуатационной документации на ИО или при первичной аттестации ИО.

Примечание - Интервалы времени периодической аттестации могут быть установлены по результатам контроля состояния аналогичного ИО, применяемого в организации, и скорректированы по результатам контроля состояния ИО в процессе его эксплуатации.

4.6 В случае ремонта или модернизации ИО, или ремонта фундамента, на котором установлено стационарное ИО, перемещения стационарного ИО и других причин, которые могут вызвать изменения характеристик воспроизведения условий испытаний, ИО подвергают внеочередной аттестации.

Примечание – Нестационарное ИО подлежит внеочередной аттестации только в случае ремонта или модернизации.

4.7 Для аттестации ИО, используемого для испытаний продукции, поставляемой по контрактам для нужд сферы обороны и безопасности, должны применяться СИ утвержденных типов, экземпляры СИ должны быть поверены; положительные результаты поверки СИ в установленном порядке удостоверены знаком поверки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

СИ, применяемые при аттестации ИО в области использования атомной энергии, должны быть поверены или калиброваны в соответствии с требованиями 1/10-НПА.

4.8 Методики (методы) измерений, применяемые при аттестации ИО, должны соответствовать требованиям 1/10-НПА.

4.9 Встраиваемые в ИО СИ должны пройти первичную поверку или калибровку и подлежать периодической поверке или калибровке в процессе эксплуатации ИО, если имеется возможность их демонтажа для проведения поверки или калибровки. Если конструктивное исполнение ИО не позволяет демонтировать встроенное СИ, то разработчиком ИО должна быть предусмотрена возможность его поверки или калибровки в процессе эксплуатации без демонтажа, например, с использованием переносных средств поверки и т.п.

Примечание — Если конструктивные особенности ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции, не позволяют демонтировать встроенные СИ для проведения их поверки, а осуществить поверку встроенных СИ без демонтажа невозможно, то по согласованию с заказчиком объектов, для испытаний которых предназначено ИО, поверка встроенных СИ не проводится, а порядок и объем выполняемых операций для проверки их исправности и работоспособности определяются в эксплуатационной документации на ИО (его составные части) и (или) в методике аттестации конкретного ИО.

5 Классификация испытательного оборудования

5.1 Согласно определению к ИО относятся технические устройства для воспроизведения условий испытаний.

В качестве примеров ниже приведены наиболее часто используемые виды ИО:

- климатические камеры, воспроизводящие заданные значения температуры, влажности, давления среды, характеристики солнечной радиации и т.д.;
- механические испытательные машины – разрывные машины для испытаний материалов на растяжение, сжатие, изгиб, копры и т.д.;

- центробежные машины – устройства для создания условий перегрузки;
- виброустановки – устройства для создания вибрационного воздействия;
- ударные стенды – устройства для создания ударного воздействия;
- электроустановки для создания постоянного, переменного или импульсного напряжения с целью испытаний на электрической пробой;
- печи для испытаний при повышенных температурах;
- автоклавы для испытаний материалов в парожидкостной среде при повышенных температурах и давлении;
- устройства воспроизведения давления воздуха и других газов;
- устройства для уплотнения сыпучих материалов;
- установки для создания электромагнитного поля.

Примечание – Некоторые из указанных технических средств могут являться технологическим оборудованием и не выполнять функции ИО. Для отнесения технического средства к ИО следует руководствоваться определениями «ИО» (3.1.1), «испытание» (3.1.4).

5.2 Требования к наиболее широко распространенному ИО изложены в международных, национальных и отраслевых стандартах. Рекомендуемые для применения стандарты указаны в приложении А. Остальное ИО рассматривается как специальное (нестандартное) ИО.

5.3 Воспроизводимые ИО параметры условий испытаний подразделяются на однозначные и распределенные (в пространстве) и стационарные и нестационарные (распределенные во времени).

Однозначные – параметры, не зависящие от пространственного распределения воспроизводимой величины и полностью описываемые в данный момент времени одним значением (примеры - давление воздуха или иных газов, в т.ч. парциальное давление, абсолютная влажность); распределенные (в пространстве) – параметры, имеющие разные значения в различных точках области пространства, в которой находится испытываемый объект (примеры - температура, относительная влажность).

Стационарные – параметры, изменениями которых можно пренебречь в течение заданного интервала времени, необходимого для проведения испытаний; нестационарные – параметры, воспроизводимые в течение заданного интервала времени, необходимого для проведения испытаний, в т.ч. изменяющиеся по заданному закону.

6 Нормирование точностных характеристик испытательного оборудования

6.1 Нормирование точностных характеристик ИО применяют, если нормированный в технической документации на ИО комплекс точностных характеристик недостаточен для оценки воздействия условий испытаний на испытываемый объект, в том числе для специального ИО (5.2).

Далее в настоящем разделе описываются требования к нормированию точностных характеристик для случаев, описанных в настоящем пункте.

6.2 Нормирование точностных характеристик ИО осуществляет испытательная организация в процессе подготовки к первичной аттестации ИО в

виде установления перечня точностных характеристик. Нормированный комплекс точностных характеристик представляет собой исходные данные, необходимые для разработки программы и методики аттестации ИО.

6.3 Комплекс точностных характеристик ИО, подлежащих определению при первичной аттестации, выбирают так, чтобы он был достаточен для оценки воздействия условий испытаний на испытываемый объект, т.е. соответствовать возможности воспроизведения условий испытаний в заданных диапазонах с допускаемыми отклонениями в течение установленного интервала времени.

6.4 Точностные характеристики ИО должны быть проверяемыми, т.е. должна иметься возможность их определения экспериментальным и(или) расчетным способом.

6.5 Точностные характеристики ИО нормируют в виде границ допускаемых значений воспроизведения параметров условий испытаний.

6.5.1 Для однозначных стационарных параметров условий испытаний нормируют границы допускаемых значений воспроизведения параметра условий испытаний C в виде двустороннего или одностороннего допуска.

Пример – давление воздуха – $(3,0 \pm 0,5)$ МПа, или давление воздуха не менее 2 МПа.

6.5.2 Для распределенных параметров условий испытаний используют понятие «полезный объем» ИО (климатической камеры, автоклава, печи): часть внутреннего пространства ИО, в которой можно поддерживать заданные условия при установившемся режиме в пределах установленных границ (допусков). Для распределенных параметров дополнительно нормируют характеристику пространственной неоднородности (неравномерности распределения) параметра полезном объеме. В качестве характеристики пространственной неоднородности обычно используют градиент G : разность между максимальным и минимальным значениями параметра условий испытаний в двух любых точках полезного объема.

Примечание – Термин «градиент» использован в ГОСТ Р 54082.

Пример – градиент температуры в полезном объеме размерами 200x200x400 мм в геометрическом центре печи не более 10 С.

6.5.3 Для нестационарных параметров условий испытаний характерны их изменения в течение интервала времени, необходимого для проведения испытаний (далее – рабочего интервала времени). В настоящем документе для описания этих изменений принят термин «флюктуации» (обозначение – F) аналогично ГОСТ Р 54082. Флюктуации, как правило, нормируют в виде двустороннего допуска с указанием рабочего интервала времени.

Пример – Изменение давления воздуха в течение 1 часа – не более $\pm 0,1$ МПа в течение 10 часов.

Примечание - Требования к нестационарным параметрам условий испытаний могут быть не заданы в нормативной документации на ИО, однако заданы в нормативной документации на методики испытаний. Так, например, ГОСТ 28840 устанавливает требования к машинам для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб только в части характеристик погрешности измерений усилия и деформации образцов. В то же время ГОСТ 1497 устанавливает требования к скорости деформации. Поэтому испытательные машины не соответствуют 4.3 и требуется аттестация испытательных машин как ИО: необходимо не только провести их поверку

по РД 50-482, но и нормировать и оценить флуктуации нестационарного параметра - скорости деформации.

6.5.4 Для распределенных и (или) нестационарных параметров условий испытаний допускается как раздельное в соответствии с 6.5.1-6.5.3 нормирование точностных характеристик, так и нормирование в виде суммарного допуска на параметр условий испытаний.

Пример – Температура гелий-азотной смеси (400±3) С во всем объеме автоклава в течение не менее 72 часов.

6.5.5 В нормативных документах на ИО встречаются также другие точностные характеристики (далее – дополнительные характеристики). Некоторые из них описаны в приложении Б.

6.5.6 Параметр условий испытаний (фактор режима испытаний по ГОСТ Р 53616) может быть простым или составным (ГОСТ Р 54082, иначе - обобщающим по ГОСТ Р 53616), т.е. представляющим собой функцию двух или более простых параметров. Для составных параметров точностные характеристики нормируются в соответствии с настоящим разделом.

Пример - При испытаниях на воздействие температуры параметром условий испытаний является температура (простой параметр), при испытаниях на воздействия влажности воздуха параметром условий испытаний является сочетание относительной влажности и температуры воздуха (составной фактор); в этом случае обе составляющие (значение температуры и относительной влажности) требуется измерять по отдельности и вычислять составной параметр (приведенную продолжительность влагозащиты, ГОСТ Р 53616).

6.6 Описание комплекса точностных характеристик ИО должно включать идентификационные данные и назначение единицы ИО, а также для каждого параметра условий испытаний:

- наименование и диапазон воспроизведения параметра условий испытаний,
- описание полезного объема (для распределенных параметров условий испытаний);
- рабочий интервал времени (для нестационарных параметров условий испытаний);
- наименование точностной характеристики и, при возможности, требуемые или ожидаемые ее значения.

Примечание – Как правило, назначение ИО и основные требования к нему, известны заранее. Поэтому в описании комплекса точностных характеристик целесообразно включать требуемые числовые значения.

Пример описания комплекса точностных характеристик.

Первичной аттестации подлежит печь (идентификационные данные), предназначенная для испытаний таблеток ядерного керамического топлива для определения их доспекаемости (термической стабильности) по методике (шифр, наименование). Воспроизводимые параметры условий испытаний:

- температура гелий-азотной смеси (1725±25) С ;
- относительная влажность гелий-азотной смеси (80±10)·10⁻⁶.

Требования к температуре и влажности должны выполняться в полезном объеме размерами 200x200x400 мм в геометрическом центре печи в течение не менее 24 часов.

Указанные требования соответствуют требованиям методики (шифр, наименование).

6.7 Если ИО предполагается использовать в нескольких режимах воспроизведения условий испытаний с разными значениями параметров условий испытаний, точностные характеристики должны быть нормированы и при аттестации установлены для каждого режима или для всего диапазона воспроизводимых значений параметров условий испытаний.

7 Алгоритмы оценивания точностных характеристик испытательного оборудования

7.1 При оценивании точностных характеристик ИО может использоваться как терминология и подходы, связанные с понятием «неопределенность» (такой подход принят в ГОСТ Р 53616, ГОСТ Р 53618, ГОСТ Р 54082, ГОСТ Р 54437), так и терминология и подходы, связанные с понятием «характеристики погрешности». Указанные подходы приводят практически к одним и тем же результатам. В настоящем разделе изложены оба подхода.

7.2 Подход, связанный с понятием «неопределенность»

7.2.1 Для однозначных стационарных параметров условий испытаний определяют:

- систематическое смещение S воспроизводимого значения параметра от заданного номинального значения, или поправку, которую необходимо вносить в задаваемое значение параметра, равную $(-S)$.

- стандартную u или расширенную U для заданного коэффициента охвата k (как правило, $k=2$) неопределенность воспроизведения значения параметра.

Примечание – В технической документации также встречается понятие «погрешность воспроизведения условий испытаний» - границы доверительного интервала, внутри которого с указанной вероятностью (как правило, $P=0,95$) находится разность между действительным значением параметра условий испытаний и заданным номинальным значением в определенном диапазоне задаваемых значений - Δ . Термин «погрешность» в данном случае, строго говоря, неправилен, и его применение не рекомендуется. Тем не менее, при рассмотрении нормативных документов по аттестации ИО, содержащих термин «погрешность», следует понять, что имеется в виду. Возможно, что под термином «погрешность» по сути имеется в виду неопределенность.

7.2.2 Для распределенных параметров определяют величины S , $u(C)$ или $U(C)$ для средней точки полезного объема аналогично 7.2.1, а также неопределенность, обусловленную пространственной неоднородностью (градиентом) $u(G)$ (стандартная) и $U(G)$ (расширенная).

7.2.3 Для нестационарных параметров условий испытаний оценивают также неопределенность, обусловленную флюктуациями $u(F)$ (стандартная) и $U(F)$ (расширенная).

7.2.4 В самом общем случае (распределенный нестационарный параметр условий испытаний) неопределенность воспроизведения условий испытаний u включает величины $u(C)$, $u(G)$ и $u(F)$, т.е. стандартная неопределенность u равна

$$u = \sqrt{u(C)^2 + u(G)^2 + u(F)^2} \quad (1)$$

7.2.5 Оценивание неопределенности для однозначных стационарных параметров условий испытаний

7.2.5.1 Настоящий подраздел распространяется также и на оценивание неопределенности распределенных параметров в отдельных точках полезного объема и нестационарных параметров в отдельные моменты времени в течение рабочего интервала испытаний.

7.2.5.2 В простейшем случае, при использовании СИ утвержденного типа, если условия измерений при аттестации ИО соответствуют условиям измерений при поверке СИ, величина $u(C)$ полностью определяется характеристикой основной погрешности СИ Δ и может быть принята равной

$$u(C) = \Delta / \sqrt{3} \quad (2)$$

(предполагается равномерное распределение основной погрешности СИ).

7.2.5.3 Если условия измерений при аттестации ИО не соответствуют условиям измерений при поверке (калибровке) СИ, но соответствуют допускаемым условиям применения СИ в соответствии с нормативной документацией, то величина $u(C)$ может быть вычислена с использованием дополнительных метрологических характеристик СИ в соответствии с ГОСТ 8.009.

7.2.5.4 При использовании результатов калибровки применяемого СИ в рабочих условиях величина $u(C)$ может быть принята равной

$$u(C) = \sqrt{\theta^2 + \varepsilon^2} / 2 \quad , \quad (3)$$

где θ и ε - доверительные границы (для $P=0,95$) соответственно неисключенной систематической и случайной составляющих погрешности (предполагается нормальное распределение характеристик погрешности СИ).

7.2.6 Оценивание неопределенности для распределенных параметров условий испытаний

7.2.6.1 Существует три основных метода определения точностных характеристик распределенных параметров. Применение этих методов зависит от требований к различным типам испытаний.

а) ИО без загрузки

Основные преимущества:

- при смене испытываемого изделия повторения аттестации не требуется;
- дает возможность сравнить реальные точностные характеристики ИО с заявленными производителем.

Основным недостатком является сложность (а чаще всего невозможность) количественной оценки влияния испытываемого изделия на распределение воздействующего фактора (температуры, влажности и т.д.) в полезном объеме при

наличии изделия, и, как следствие, сложность (или невозможность) оценки неопределенности в результате влияния загрузки.

При невозможности оценки неопределенности в результате влияния загрузки применение метода не рекомендуется.

б) Загрузка в виде типового изделия

Метод является идеальным, если на ИО планируется проведение испытаний одних и тех же изделий. Основным недостатком является необходимость внеочередной аттестации при существенных отличиях испытываемого изделия от загрузки в виде типового изделия. Если в качестве типового изделия выбрано изделие, которое приводит к наибольшему влиянию испытываемого изделия (из всех возможных видов изделий, которые предполагается испытывать на данном ИО) на распределение воздействующего фактора, и при этом результаты аттестации ИО положительные, то рекомендуется использовать этот метод.

в) Измерение факторов, воздействующих на изделие в полезном объеме во время проведения испытаний.

Метод обеспечивает получение наилучшей оценки измеренного значения параметров, воздействующих на испытываемое изделие. Метод наиболее объективен при испытаниях различных изделий и проведении различных испытаний.

Недостатки метода:

- для каждого испытания требуется измерительное оборудование;
- для каждого испытания должен проводиться расчет неопределенностей;
- наибольшая стоимость из-за постоянного использования персонала и измерительного оборудования.

7.2.6.2 При оценке точностных характеристик распределенных параметров ИО большую важность имеет выбор и размещение измерительных датчиков. Влияние датчиков на искажение воздействующего фактора (например, температурного поля) должно быть минимальным. По крайней мере, измерительные датчики должны быть помещены в точки с наибольшим и наименьшим значением воздействующего фактора.

Примечание – Если испытательному воздействию одновременно подвергаются несколько однородных объектов и имеются образцы для контроля качества испытаний (1/10-НПА), то имеется возможность непосредственно оценить вклад неоднородности воздействующего фактора на характеристики погрешности или неопределенности результатов испытаний. В этом случае ИО может проходить аттестацию в рамках аттестации соответствующей методики измерений при испытаниях.

7.2.6.3 Далее предполагается, что получены результаты измерений воздействующего фактора в центре X_y и по краям полезного объема X_i .

Если распределенный параметр ИО стационарный, то неопределенности измерений $u(X_i)$ оцениваются в соответствии с подразделом 7.5.

7.2.6.4 Если распределенный параметр ИО одновременно является и нестационарным, то в каждой точке должны быть выполнены не менее $n = 30$ измерений и X_y и X_i должны быть вычислены как средние значения по n измерений

$$X_y = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{yj}, \quad X_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}. \quad (4)$$

Измерения должны проводиться в течение всего рабочего интервала времени через равные промежутки времени.

Стандартные неопределенности результатов измерений X_u и X_i оценивают по формуле

$$u(X_u) = \frac{t\sigma_u}{2\sqrt{n}}, \quad u(X_i) = \frac{t\sigma_i}{2\sqrt{n}}, \quad (5)$$

где t - 95 % квантиль распределения Стьюдента с $(n-1)$ степенями свободы,

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{uj} - X_u)^2}, \quad \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_i)^2}. \quad (6)$$

7.2.6.5 Градиент вычисляют по формуле

$$G = \max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}. \quad (7)$$

7.2.6.6 Стандартную неопределенность, обусловленную пространственной неоднородностью (градиентом) воздействующего фактора, вычисляют по формуле

$$u(G) = \left\{ G + \sqrt{u^2(X_{\min}) + u^2(X_{\max})} \right\} / (2\sqrt{3}), \quad (8)$$

где индексы «*min*» и «*max*» соответствуют точкам полезного объема с минимальным и максимальным значениями из X_u и X_i (4).

7.2.6.7 Смещение вследствие неоднородности воздействующего фактора вычисляют по формуле

$$S_G = [\max\{X_{ij}\} + \min\{X_{ij}\}] / 2 - X_{ном}, \quad (9)$$

где $X_{ном}$ - номинальное заданное значение воздействующего фактора.

7.2.7 Оценивание неопределенности для нестационарных параметров условий испытаний

7.2.7.1 В течение рабочего интервала времени аналогично 7.2.6.4 проводят n измерений параметра условий испытаний и вычисляют среднее значение X по формуле (4) и среднее квадратическое отклонение σ по формуле (6).

Если параметр распределенный, то измерения проводят в центре полезного объема. Допускается использовать результаты измерений, полученные по 7.2.6.4.

7.2.7.2 Стандартную неопределенность, обусловленную флюктуациями воздействующего фактора, вычисляют по формуле

$$u(F) = \sqrt{\frac{\chi_{(n-1),0,05}^2}{n-1}} \sigma, \quad (10)$$

где $\chi^2_{(n-1),0,05}$ - квантиль χ^2 -распределения с $(n-1)$ степенями свободы для уровня 0,05.

7.2.7.3 Смещение вследствие флуктуаций воздействующего фактора S_F вычисляют по формуле, аналогичной формуле (9). Суммарное смещение вычисляют по формуле

$$S = S_G + S_F . \quad (11)$$

7.2.7.4 Если временная зависимость нестационарного параметра носит периодический характер, то флуктуации, а также дополнительные точностные характеристики (приложение Б) могут быть оценены в соответствии с ГОСТ Р 54082.

7.2.8 Установление пригодности использования ИО

7.2.8.1 ИО пригодно для использования, если по всем параметрам испытательного воздействия выполняется условие

$$U = ku \leq D , \quad (12)$$

где U - расширенная неопределенность воспроизведения условий испытаний,

u - стандартная неопределенность, вычисленная по формуле (1);

D - половина поля допуска, приведенного в конкретной методике (методиках) испытаний,

k – коэффициент расширения (охвата), принимаемый равным 2.

7.2.8.2 Если условие (12) выполнено, то при дальнейшем использовании аттестованного ИО к задаваемому номинальному значению параметра условий испытаний добавляется поправка, равная $(-S)$ (11).

7.3 Подход, связанный с понятием «характеристики погрешности»

7.3.1 Для однозначных стационарных параметров условий испытаний определяют:

- систематическое смещение S воспроизводимого значения параметра от заданного номинального значения, или поправку, которую необходимо вносить в задаваемое значение параметра, равную $(-S)$.

- границы погрешности воспроизведения параметра $\pm A(C)$ для заданной доверительной вероятности P (как правило, $P=0,95$), далее - доверительные границы.

7.3.2 Для распределенных параметров определяют величины S , $\pm A(C)$ для средней точки полезного объема аналогично 7.3.1, а также доверительные границы составляющей погрешности воспроизведения значения параметра, обусловленной пространственной неоднородностью (градиентом) $\pm A(G)$.

7.3.3 Для нестационарных параметров условий испытаний оценивают также доверительные границы составляющей погрешности воспроизведения значения параметра, обусловленной флюктуациями $\pm\Delta(F)$.

7.3.4 В самом общем случае (распределенный нестационарный параметр условий испытаний) доверительные границы суммарной погрешности воспроизведения значения параметра $\pm\Delta$ определяются величинами $\pm\Delta(C)$, $\pm\Delta(G)$ и $\pm\Delta(F)$, т.е. Δ равна

$$\Delta = \pm\sqrt{\Delta(C)^2 + \Delta(G)^2 + \Delta(F)^2} \quad (13)$$

7.3.5 Оценивание характеристик погрешности для однозначных стационарных параметров условий испытаний

7.3.5.1 Настоящий подраздел распространяется также и на оценивание характеристик погрешности распределенных параметров в отдельных точках полезного объема и нестационарных параметров в отдельные моменты времени в течение рабочего интервала испытаний.

7.3.5.2 В простейшем случае, при использовании СИ утвержденного типа, если условия измерений при аттестации ИО соответствуют условиям измерений при поверке СИ, величина $\Delta(C)$ полностью определяется характеристикой основной погрешности СИ $\Delta_{СИ}$ и может быть принята равной

$$\Delta(C) = \Delta_{СИ} \quad . \quad (14)$$

7.3.5.3 Если условия измерений при аттестации ИО не соответствуют условиям измерений при поверке (калибровке) СИ, но соответствуют допускаемым условиям применения СИ в соответствии с нормативной документацией, то величина $\Delta(C)$ может быть вычислена с использованием дополнительных метрологических характеристик СИ в соответствии с ГОСТ 8.009.

7.3.5.4 При использовании результатов калибровки применяемого СИ в рабочих условиях величина $\Delta(C)$ может быть принята равной

$$\Delta(C) = \sqrt{\theta^2 + \varepsilon^2} \quad , \quad (15)$$

где θ и ε - доверительные границы (для $P=0,95$) соответственно неисключенной систематической и случайной составляющих погрешности (предполагается нормальное распределение характеристик погрешности СИ).

7.3.6 Оценивание характеристик погрешности для распределенных параметров условий испытаний

7.3.6.1 Пункт тождественен пункту 7.2.6.1 при замене термина «неопределенность» на термин «характеристика погрешности».

7.3.6.2 Пункт тождественен пункту 7.2.6.2.

7.3.6.3 Далее предполагается, что получены результаты измерений воздействующего фактора в центре X_u и по краям полезного объема X_i .

Если распределенный параметр ИО стационарный, то характеристики погрешности измерений $\Delta(X_i)$ оцениваются в соответствии с подразделом 7.3.5.

7.3.6.4 Если распределенный параметр ИО одновременно является и нестационарным, то в каждой точке должны быть выполнены не менее $n = 30$ измерений и X_u и X_i должны быть вычислены как средние значения по n измерений

$$X_u = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{uj}, \quad X_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}. \quad (16)$$

Измерения должны проводиться в течение всего рабочего интервала времени через равные промежутки времени.

Доверительные границы погрешности результатов измерений X_u и X_i оценивают по формуле

$$\Delta(X_u) = \frac{t\sigma_u}{\sqrt{n}}, \quad \Delta(X_i) = \frac{t\sigma_i}{\sqrt{n}}, \quad (17)$$

где t - 95 % квантиль распределения Стьюдента с $(n-1)$ степенями свободы,

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{uj} - X_u)^2}, \quad \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_i)^2}. \quad (18)$$

7.3.6.5 Градиент вычисляют по формуле

$$G = \max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}. \quad (19)$$

7.3.6.6 Доверительные границы составляющей погрешности, обусловленной неоднородностью (градиентом) воздействующего фактора, вычисляют по формуле

$$\Delta(G) = \pm \left\{ G + \sqrt{\Delta^2(X_{\min}) + \Delta^2(X_{\max})} \right\} / 2, \quad (20)$$

где индексы «*min*» и «*max*» соответствуют точкам полезного объема с минимальным и максимальным значениями из X_u и X_i (16).

7.3.6.7 Смещение вследствие неоднородности воздействующего фактора вычисляют по формуле

$$S_G = [\max\{X_{ij}\} + \min\{X_{ij}\}] / 2 - X_{ном}, \quad (21)$$

где $X_{ном}$ - номинальное заданное значение воздействующего фактора.

7.3.7 Оценивание характеристик погрешности для нестационарных параметров условий испытаний

7.3.7.1 В течение рабочего интервала времени аналогично 7.3.6.4 проводят n измерений параметра условий испытаний и вычисляют среднее значение X по формуле (16) и среднее квадратическое отклонение σ по формуле (18).

Если параметр распределенный, то измерения проводят в центре полезного объема. Допускается использовать результаты измерений, полученные по 7.3.6.4.

7.3.7.2 Доверительные границы составляющей погрешности, обусловленной флюктуациями воздействующего фактора, вычисляют по формуле

$$\Delta(F) = 1,96 \sqrt{\frac{\chi_{(n-1),0,05}^2}{n-1}} \sigma, \quad (22)$$

где $\chi_{(n-1),0,05}^2$ - квантиль χ^2 -распределения с $(n-1)$ степенями свободы для уровня 0,05.

7.3.7.3 Смещение вследствие флюктуаций воздействующего фактора S_F вычисляют по формуле, аналогичной формуле (21). Суммарное смещение вычисляют по формуле

$$S = S_G + S_F. \quad (23)$$

7.3.7.4 Если временная зависимость нестационарного параметра носит периодический характер, то флюктуации, а также дополнительные точностные характеристики (приложение Б) могут быть оценены в соответствии с ГОСТ Р 54082.

7.3.8 Установление пригодности использования ИО

7.3.8.1 ИО пригодно для использования, если по всем параметрам испытательного воздействия выполняется условие

$$\Delta \leq D, \quad (24)$$

где Δ - доверительные границы погрешности воспроизведения значения параметра, вычисляемые по формуле (13).

7.3.8.2 Если условие (24) выполнено, то при дальнейшем использовании аттестованного ИО к задаваемому номинальному значению параметра условий испытаний добавляется поправка, равная $(-S)$ (23).

8 Аттестация программного обеспечения испытательного оборудования

8.1 В составе поставляемого ИО может функционировать программное обеспечение (ПО), которое можно классифицировать следующим образом:

а) ПО контроллеров, вычислительных блоков, управляющих оборудованием, задающим режимы и условия испытаний;

б) ПО, входящее в состав встроенных в ИО СИ, в т.ч. измерительных каналов (измерительных или информационно-измерительных подсистем ИО);

в) ПО вычислительных блоков, не входящих в состав подсистем управления ИО, осуществляющих обработку и представление измерительной информации о режимах и условиях испытаний;

г) ПО, представляющее собой самостоятельные программные продукты, предназначенные для обработки результатов испытаний.

8.2 ПО, выполняющее только управляющие функции (перечисление а) 8.1), аттестации, как самостоятельное средство, не подлежит, поскольку его свойства, влияющие на воспроизведение условий испытаний, учитываются при оценке точностных характеристик ИО.

8.3 Для ПО, входящего в состав встроенных в ИО СИ (перечисление б) 8.1), возможны указанные ниже варианты.

8.3.1 Если СИ утвержденного типа и пользователя ИО устраивают метрологические характеристики СИ, полученные при его испытаниях в целях утверждения типа, то такое ПО аттестации, как самостоятельное средство, не подлежит, поскольку влияющие на результаты измерений характеристики ПО уже определены при испытаниях СИ и учтены при нормировании метрологических характеристик таких СИ.

8.3.2 Если тип СИ не утвержден и возможно проведение его калибровки (4.8), при проведении которой определяются метрологические характеристики СИ (в т.ч. измерительного канала в целом), т.е. учитываются и влияющие на результаты измерений характеристики ПО, то ПО аттестации, как самостоятельное средство, не подлежит.

8.3.3 Если выбрана покомпонентная схема метрологического обслуживания (поверки или калибровки компонентов измерительного канала), то ПО подлежит аттестации.

8.4 ПО вычислительных блоков, не входящих в состав подсистем управления ИО, осуществляющих обработку и представление измерительной информации о режимах и условиях испытаний (перечисление в) 8.1), как правило, предназначено для вычисления составных (обобщающих, 6.5.6) параметров условий испытаний и подлежит аттестации.

8.5 ПО, представляющее собой самостоятельные программные продукты, предназначенные для обработки результатов испытаний (перечисление г) 8.1)

8.5.1 ИО часто комплектуется программами обработки данных, представляющими собой самостоятельные программные продукты, предназначенные для обработки результатов испытаний.

Пример - программы для обработки диаграмм деформации, которыми комплектуются разрывные машины для механических испытаний.

8.5.2 Такие программные продукты не предназначены для воспроизведения условий испытаний, не входят в состав ИО и не являются предметом аттестации

ИО. Однако, они могут подлежать аттестации в составе методик измерений при испытаниях в соответствии с 1/10-НПА.

Примечание – Аттестация ИО, в т.ч. аттестация ПО ИО, не включает аттестацию методик измерений при испытаниях.

8.6 На ПО, выполняющие измерительные функции, распространяются требования ГОСТ Р 8.654, основными из которых являются:

- выделение метрологически значимой части ПО;
- оценивание влияния ПО на метрологические характеристики СИ.

8.7 Один и тот же программный продукт может выполнять и функции управления ИО (перечисление в) 8.1) и функции обработки измерительной информации (перечисления в) и/или г), д) 8.1). Применительно к ПО ИО выделение метрологически значимой части ПО означает, что должны быть выделены следующие части программного продукта:

- выполняющая функции обработки измерительной информации, для которой оценивается влияние ПО на метрологические характеристики измерительного канала (8.3.3),
- выполняющая функции обработки измерительной информации для получения значений составных (обобщающих) параметров условий испытаний (8.4),
- выполняющая функции обработки результатов испытаний (8.5).

8.8 Аттестацию ПО проводят в соответствии с ГОСТ Р 8.654, ГОСТ Р 8.839, ГОСТ Р 8.596, рекомендациями [1], [2], [3], а также [4], [5].

8.9 Основные методы оценки влияния ПО на точностные характеристики ИО:

- сравнение результатов обработки одних и тех же данных, поступающих на «вход» ПО, по аттестуемому ПО и по опорному («эталонному») ПО;
- сравнение результатов обработки данных по аттестуемому ПО с заранее известными результатами обработки исходных данных;
- получение модельных исходных данных с известными характеристиками методом генерации;
- анализ исходного кода ПО, осуществляющего преобразование измерительной информации;
- комбинация указанных методов.

8.10 По результатам аттестации ПО, входящего в состав ИО, оформляют Заключение по форме приложения В.

8.11 Результаты аттестации ПО используют для оценки неопределенности воспроизведения условий испытаний.

Для случая 8.3.3 величину $u(C)$ определяют в два этапа. Сначала оценивают метрологические характеристики измерительного канала в соответствии с МИ 2439-97 [6], затем рассчитывают $u(C)$ с применением подхода ГОСТ 8.009.

Для случая 8.4 величину $u(C)$ рассчитывают по формуле

$$u(C) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial F}{\partial Y_i} u_i \right)^2} \quad , \quad (14)$$

где $F(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ – функция, по которой рассчитываются значения составных (обобщающих) параметров условий испытаний по значениям простых параметров Y_i (i от 1 до m),

u_i - стандартные неопределенности измерений простых параметров.

9 Первичная аттестация испытательного оборудования

9.1 Первичная аттестация ИО заключается в экспертизе эксплуатационной и проектной документации (при наличии последней), на основании которой выполнена установка ИО, экспериментальном определении точностных характеристик и подтверждении пригодности использования испытательного оборудования.

9.2 Первичную аттестацию ИО проводят в соответствии с действующими нормативными документами на методики аттестации определенного вида ИО и (или) по ПМА конкретного ИО.

9.3 Объектами первичной аттестации являются конкретные экземпляры ИО, включая их программное обеспечение.

9.4 Первичную аттестацию ИО проводит комиссия, назначаемая руководителем организации-владельца ИО. В состав комиссии включают представителей:

- подразделения организации, проводящего испытания на данном испытательном оборудовании;
- метрологической службы организации;
- предприятия-заказчика – в случае использования ИО для испытаний продукции, поставляемой по контрактам для нужд сферы обороны и безопасности.
- служб (подразделений), отвечающих за охрану труда и безопасность сотрудников организации, которой принадлежит ИО.

Примечание – Состав комиссии по аттестации ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции, определяется в соответствии с ГОСТ РВ 0008-002.

9.5 Испытательные подразделения представляют на первичную аттестацию ИО с технической документацией и исправными техническими средствами, необходимыми для его нормального функционирования и для проведения первичной аттестации. В состав представляемой технической документации должны входить:

- эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601, включая паспорт (формуляр) при его наличии (для импортного оборудования - эксплуатационные документы фирмы-изготовителя, переведенные на русский язык), раскрывающие сведения о назначении и составе ИО, формируемых им воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях, характеристик, определение которых должно быть выполнено в ходе аттестации;
- ПМА (проект ПМА) первичной аттестации ИО;
- проект методики периодической аттестации ИО;

- методики испытаний (перечень типовых методик), в соответствии с которыми предполагается проводить испытания на аттестуемом ИО (при необходимости);

- документация на СИ, используемые при аттестации и входящие (при наличии на них отдельной документации) в состав ИО (при необходимости).

Примечания

1 ПМА ИО, как правило, разрабатывается подразделением, проводящим испытания.

2 ПМА первичной аттестации ИО не имеет ограничения по сроку действия, и если она удовлетворяет требованиям, предъявляемым к аттестуемому ИО, она может применяться испытательным подразделением в дальнейшем для аттестации однотипного ИО аналогичного назначения независимо от сроков его введения в эксплуатацию.

3 ПМА (проект ПМА) первичной аттестации и проект методики периодической аттестации ИО могут быть объединены в один документ, в котором должны быть идентифицированы операции, выполняемые при первичной и периодической аттестации ИО.

9.6 В процессе первичной аттестации ИО должны проводиться:

- экспертиза эксплуатационной и проектной (при наличии последней) документации на ИО;

- метрологическая экспертиза ПМА ИО;

- утверждение ПМА ИО руководством организации, эксплуатирующей данное ИО;

- проведение измерений в соответствии с ПМА и установление пригодности использования ИО к применению по назначению;

- оформление протокола первичной аттестации ИО;

- оформление аттестата на ИО.

9.7 В процессе первичной аттестации устанавливают:

- возможность воспроизведения условий испытаний (воздействующих на объект факторов и (или) режимов функционирования объекта испытаний), установленных в документах на методики испытаний объектов конкретных видов;

- отклонения характеристик условий испытаний от нормированных значений;

- наличие условий, обеспечивающих безопасное функционирование ИО;

- перечень характеристик ИО, которые проверяют при периодической аттестации оборудования, методы, средства и периодичность ее проведения.

9.8 Результаты первичной аттестации оформляют протоколом. Содержание протокола аттестации ИО приведено в приложении Г.

Протокол первичной аттестации испытательного оборудования подписывают председатель и члены комиссии, проводившие первичную аттестацию.

9.9 При положительных результатах первичной аттестации на основании протокола первичной аттестации оформляют аттестат по форме, приведенной в приложении Д.

Аттестат подписывает руководитель (или уполномоченное руководителем ответственное лицо, далее – руководитель) организации, в подразделении которой проводилась первичная аттестация ИО.

Если до первичной аттестации проводилось нормирование точностных характеристик ИО в соответствии с разделом 6, то установленные при аттестации значения нормированных точностных характеристик вносят в эксплуатационную

документацию на ИО и (или) в техническую документацию на испытываемые изделия.

9.10 Отрицательные результаты первичной аттестации указывают в протоколе.

9.11 Сведения о выданном аттестате (номер и дата выдачи), полученные значения характеристик ИО, а также срок последующей периодической аттестации ИО и периодичность ее проведения вносят в формуляр (паспорт) или специально заведенный журнал.

10 Периодическая аттестация испытательного оборудования

10.1 Периодическую аттестацию ИО в процессе его эксплуатации проводят в объеме, необходимом для подтверждения соответствия характеристик ИО требованиям документов на методики испытаний и эксплуатационных документов на ИО и пригодности его к дальнейшему использованию.

Номенклатуру определяемых (проверяемых) характеристик ИО и объем операций при его периодической аттестации устанавливают при первичной аттестации оборудования, исходя из нормированных точностных характеристик оборудования и тех характеристик конкретной продукции, которые определяют при испытаниях.

10.2 Периодическую аттестацию ИО в процессе его эксплуатации проводят представители метрологической службы организации (предприятия) и сотрудники подразделения, в котором установлено ИО, уполномоченные руководителем подразделения для выполнения этой работы.

10.3 Результаты периодической аттестации ИО оформляют протоколом, содержание которого приведено в приложении Г. Протокол с результатами периодической аттестации подписывают лица, ее проводившие. Утверждает протокол руководитель организации (предприятия).

10.4 При положительных результатах периодической аттестации в паспорте (формуляре) делают соответствующую отметку.

10.5 При отрицательных результатах периодической аттестации в протоколе указывают мероприятия, необходимые для доведения точностных характеристик ИО до требуемых значений, или рекомендации по замене ИО.

11 Внеочередная аттестация испытательного оборудования

11.1 Внеочередную аттестацию ИО после ремонта или модернизации осуществляют в порядке, установленном для первичной аттестации ИО в разделе 9.

11.2 Внеочередную аттестацию ИО после проведения работ с фундаментом, на котором оно установлено, или перемещения стационарного ИО, или вызванную другими причинами, которые могут вызвать изменения характеристик воспроизведения условий испытаний, осуществляют в порядке, установленном в разделе 10.

12 Порядок разработки программы и методики аттестации испытательного оборудования

12.1 Программу аттестации ИО разрабатывают для конкретного ИО на основе конструкторской, эксплуатационной документации, а также методик испытаний на конкретные виды продукции с использованием (при наличии) типовых программ аттестации.

П р и м е ч а н и е — Допускается разрабатывать одну программу для нескольких типов идентичного ИО в случае, если они имеют одинаковую документацию и характеристики.

12.2 Требования к содержанию программы аттестации ИО

12.2.1 Программа аттестации ИО должна содержать следующие разделы:

- объект аттестации;
- цель аттестации;
- общие положения;
- объем аттестации;
- условия и порядок проведения аттестации;
- требования безопасности;
- информация о методике аттестации ИО;
- материально-техническое и метрологическое обеспечение аттестации;
- требования к отчетности;
- приложения.

В зависимости от особенностей аттестуемого ИО допускается объединять и (или) исключать отдельные разделы при условии изложения их содержания в других разделах программы аттестации ИО, а также включать в нее дополнительные разделы.

12.2.2 Программа аттестации ИО должна включать состав конкретных проверок (решаемых задач, оценок), которые следует проводить при аттестации для оценки и подтверждения формируемых ИО характеристик (внешних воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта испытаний).

Проверки, выполняемые в ходе первичной аттестации ИО, должны включать установление периодичности аттестации.

12.2.3 Программа аттестации должна содержать критерии, по которым определяется готовность ИО к проведению аттестации, а также порядок завершения отдельных этапов и условия перехода к каждому последующему этапу аттестации.

12.2.4 При проведении аттестации ИО в несколько этапов программа аттестации должна быть оформлена в виде единого документа.

12.3 Методика аттестации ИО

12.3.1 Методика аттестации ИО разрабатывается на основе эксплуатационной, проектной документации, документации на методики

испытаний конкретных видов продукции, исходя из необходимости получения достоверных результатов подтверждения соответствия ИО требованиям эксплуатационной документации и (или) методик испытаний конкретных видов продукции.

12.3.2 Построение и содержание методики аттестации приведены в приложении Е. При разработке конкретной методики аттестации ИО допускается использовать типовые методики аттестации, отдельные положения которых уточняются и конкретизируются с учетом особенностей конкретного ИО, методов, средств и условий проведения аттестации.

12.3.3 Допускается методику аттестации ИО оформлять как приложение к программе аттестации ИО или как единый документ (ПМА).

12.4 В целях повышения качества разрабатываемых ПМА ИО, сокращения сроков и затрат на их разработку целесообразно для групп однотипных видов ИО разрабатывать типовые программы и типовые методики аттестации ИО, содержащие обобщенные технические данные, требования к построению и содержанию которых аналогичны соответствующим требованиям к ПМА, установленным в настоящем документе.

12.5 Порядок разработки ПМА ИО

12.5.1 Программы и методики первичной и периодической аттестации ИО должны разрабатываться производителем ИО и излагаться в руководстве по эксплуатации.

ПМА для импортного ИО и для отечественного ИО при отсутствии методик в эксплуатационной документации разрабатываются организацией - владельцем ИО.

12.5.2 В ходе создания нового ИО программа и методика аттестации разрабатываются организацией - разработчиком ИО с использованием типовых ПМА.

12.5.3 К разработке ПМА ИО могут быть привлечены по согласованию сторонние организации.

12.5.4 Ранее не утвержденные ПМА ИО представляются на согласование организациям, представители которых участвуют в комиссии по аттестации ИО.

12.5.5 ПМА ИО перед утверждением должны пройти метрологическую экспертизу.

12.5.6 После устранения недостатков, выявленных при проведении метрологической экспертизы, и при отсутствии замечаний согласующих организаций доработанные ПМА ИО представляются на утверждение руководителю организации, в подразделении которого будет проводиться первичная аттестация ИО.

12.5.7 После проведения первичной аттестации ПМА ИО вместе с аттестатом, удостоверяющим пригодность ИО, и протоколами первичной и периодической аттестаций ИО хранятся в течение всего срока эксплуатации ИО.

Приложение А (справочное)

Рекомендуемые для применения стандарты на испытательное оборудование

ГОСТ 25051.3-83 Установки испытательные вибрационные. Методика аттестации.

ГОСТ 30630.0.0-99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования.

ГОСТ Р 51368-2011. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на устойчивость к воздействию температуры.

ГОСТ Р 51369-99 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности.

ГОСТ Р 51370-99 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие солнечного излучения.

ГОСТ Р 51684-2000 Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытание на воздействие давления воздуха или другого газа.

ГОСТ Р 53616-2009 (МЭК 60068-3-6:2001) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию влажности.

ГОСТ Р 53618-2009 (МЭК 60068-3-5:2001) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию температуры.

ГОСТ Р 54082-2010 (МЭК 60068-3-11:2007) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы обработки результатов аттестации камер.

ГОСТ Р 54083-2010 (МЭК 60068-3-7) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (с загрузкой) для испытаний на стойкость к воздействию температуры.

ГОСТ Р 54437-2011 Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию давлением воздуха.

Приложение Б (справочное)

Примеры дополнительных точностных характеристик испытательного оборудования

Б.1 ГОСТ Р 54082, ГОСТ Р 53616, ГОСТ Р 53618 предусматривают нормирование и определение при аттестации климатических камер вариаций - разностей между значениями параметра условий испытаний в центре и на границах полезного объема. При этом датчики измеряемого параметра располагаются в центре, а также в углах параллелепипеда, ограничивающего полезный объем камеры (итого – 9 датчиков). Нормирование и определение при аттестации ИО вариаций позволяет в случае неисправности средств, задающих и поддерживающих температуру и влажность в климатической камере, идентифицировать неисправные средства.

Вариации определяются для ИО, предназначенного для испытаний объемных объектов. При этом количество датчиков измеряемого параметра может быть разным – так, для печей, предназначенных для нагрева образцов для механических испытаний, достаточно трех датчиков, располагаемых в центре и в точках, соответствующих границам рабочей длины образца для испытаний.

Из совокупности значений вариаций может быть вычислено значение градиента G .

Б.2 Нестационарные параметры условий испытаний

Б.2.1 Для нестационарных параметров условий испытаний могут определяться:

- период и амплитуда колебаний значений параметра в течение заданного интервала времени (см. например, ГОСТ Р 54082);
- интервалы времени достижения заданного значения параметра (например, нагрева) и изменения значения от заданного до базового (например, охлаждения);
- характеристики скорости изменения значения параметра (например, скорости нагрева или охлаждения);
- характеристики скорости циркуляции воздуха (в целях увлажнения) в полезном объеме ИО.

Дополнительные точностные характеристики необходимы для правильной эксплуатации ИО и планирования испытаний конкретных объектов.

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма заключения по результатам аттестации программного обеспечения, входящего в состав испытательного оборудования

Заключение по результатам аттестации программного обеспечения, входящего в состав испытательного оборудования

Наименование испытательного оборудования, с указанием всех идентификационных признаков

Программное обеспечение

_____, версия _____
Наименование программного обеспечения *обозначение версии*

Аттестация программного обеспечения проведена на соответствие требованиям:

Перечень документов, устанавливающих требования к испытательному оборудованию

Перечень документов, устанавливающих требования к программному обеспечению

Производитель испытательного оборудования	Поставщик программного обеспечения	Заявитель аттестации программного обеспечения	Организация, выполнившая аттестацию программного обеспечения

Приводятся наименования и адреса указанных организаций

Испытательное оборудование:

Приводится наименование и обозначение испытательного оборудования, а также описание его назначения и основных функций, включая указание на возможность (невозможность) подключения ИО к системам более высокого уровня или подключения к нему дополнительных программно управляемых блоков

Встроенное программное обеспечение испытательного оборудования.

Название исполняемого файла — _____

Аттестуемая версия этого программного обеспечения _____

Исходный код включает в себя следующие файлы, относящиеся к метрологически значимым программным средствам:

—

Указывают наименования файлов с расширением, размер каждого из них в байтах, дату создания

Файлы защищены от модификации с помощью _____
Указывают способ защиты

по алгоритму _____
указывается название алгоритма и приводится ссылка его описание

(Если в качестве способа защиты используется контрольная сумма, то указывается значение _____ контрольной суммы.)

Версия программного обеспечения представляется на дисплее при включении устройства и при _____
Описывается способ вывода на дисплей сообщения о версии программного обеспечения

При аттестации были использованы следующие документы поставщика программного обеспечения: _____
Приводится перечень документов

(Например:

- Руководство пользователя, документ 1.1;
- Руководство по эксплуатации, документ 1.2;
- Описание программного обеспечения (внутренний проект документа от ... ноября

г.);

- Схема электронной цепи (чертеж №, дата октября г.).

Аттестация проводилась с г. по г.

Проведение аттестации

Аттестация проводилась в соответствии со следующими документами:

Перечень документов, устанавливающих методики аттестации программного обеспечения с указанием разделов документов, содержащих описание использованных методик аттестации

Были проверены следующие требования:

Приводится перечень требований, проверяемых в процессе аттестации

(Например:

- Идентификация программного обеспечения;
- Корректность алгоритмов и функций;
- Влияние программного обеспечения на метрологические характеристики испытательного оборудования;
- Защита программного обеспечения;
- Предотвращение случайного неправильного использования;
- Защита от фальсификации;
- Поддержка аппаратных возможностей;
- Сохранение данных, передача через системы связи).

Были использованы следующие методы аттестации:

Приводится перечень методов, использованных в процессе аттестации

(Например:

- Анализ документации проекта программного обеспечения;
- Аттестация методом функциональной проверки метрологических свойств;
- Сквозной анализ на основе исходного кода.

Выводы:

Были проверены следующие требования:

(наименование и обозначение настоящих рекомендаций, и указание пунктов, на соответствие которым выполнялась проверка; здесь же указывается результат проверки «соответствует», «не соответствует»);

ГОСТ Р 8.654 (указание пунктов, на соответствие которым выполнялась проверка и её результатов);

ГОСТ Р 8.839 (указание пунктов, на соответствие которым выполнялась проверка и её результатов);

(иные документы, на соответствие требованиям которых выполнялись проверки с указанием пунктов, на соответствие которым выполнялась проверка и её результатов).

Были выявлены следующие отклонения представленного программного обеспечения от сведений, содержащихся в его описании:

Приводится перечень выявленных отклонений

(Например:

Выявлены две команды и, которые первоначально не были описаны в руководстве для оператора. Эти команды включены в руководство для оператора г.)

Заключение

Программное обеспечение _____
соответствует (не соответствует) требованиям

Перечень документов, устанавливающих требования к программному обеспечению

Перечень документов, устанавливающих требования к испытательному оборудованию

Примечание - В случае, если выявлены несоответствия, то указываются номера пунктов соответствующих документов, в отношении которых выявлены указанные несоответствия.

Руководитель группы,
проводившей аттестацию

Личная
подпись

Расшифровка
подписи

(печать)

Приложение Г (обязательное)

Содержание протокола аттестации испытательного оборудования

Протокол аттестации ИО должен содержать следующие данные:

Г.1 Состав комиссии с указанием фамилии, должности, наименования организации.

Г.2 Основные сведения об ИО (наименование, тип, заводской или инвентарный номер, наименование завода-изготовителя).

Г.3 Определяемые (проверяемые) точностные характеристики ИО.

Г.4 Условия проведения первичной аттестации: температура, влажность, освещенность и т.п.

Г.5 Ссылки на документы, используемые для аттестации: ПМА, стандарты, технические условия, эксплуатационные документы и т.п.

Г.6 Ссылки на документы, устанавливающие условия испытаний объектов.

Г.7 Характеристики средств измерений, используемых для проведения аттестации ИО: наименование, тип, заводской или инвентарный номер, сведения о поверке (калибровке).

Г.8 Результаты внешнего осмотра (комплектность, отсутствие повреждений, функционирование узлов, агрегатов).

Г.9 Результаты измерений, полученные в соответствии с ПМА.

Г.10 Результаты обработки данных для оценки точностных характеристик ИО в соответствии с программой и методикой аттестации.

Г.11 Значения точностных характеристик ИО, полученные при аттестации и поправки к измеряемым значениям.

Г.12 Значения точностных характеристик ИО, полученные при предыдущей аттестации (для протокола периодической аттестации) и поправки к измеряемым значениям.

Г.13 Характеристики программного обеспечения, входящего в состав ИО (при его наличии).

Г.14 Заключение о соответствии ИО требованиям нормативных документов на ИО и на методики испытаний продукции конкретных видов и возможности использования ИО для их испытаний.

Г.15 Перечень нормированных точностных характеристик, которые определяют при периодической аттестации ИО в процессе его эксплуатации (для протокола первичной аттестации).

Г.16 Периодичность периодической аттестации ИО в процессе его эксплуатации (для протокола первичной аттестации).

Приложение Д
(обязательное)

Форма аттестата на испытательное оборудование

АТТЕСТАТ № _____

Дата выдачи _____

Удостоверяется, что _____,
наименование и обозначение ИО, заводской или инвентарный номер
принадлежащее _____,
наименование организации, подразделения

по результатам первичной (периодической, внеочередной) аттестации, протокол № _____ от _____, признано пригодным для использования при
испытаниях _____
наименование продукции

по _____
наименование и обозначение документов на методики испытаний

Значения точностных характеристик испытательного оборудования, полученные при аттестации и поправки к измеряемым значениям _____

Значения точностных характеристик испытательного оборудования, полученные при предыдущей аттестации и поправки к измеряемым значениям _____

(для аттестата периодической или внеочередной аттестации)

Периодичность периодической аттестации _____

Аттестат выдан _____
наименование организации, выдавшей аттестат

Руководитель организации,
выдавшей аттестат

Личная
подпись

Расшифровка
подписи

(печать)

Построение и содержание методики аттестации испытательного оборудования

Е.1 Содержание разделов методики аттестации определяют в зависимости от вида ИО и проверяемых (устанавливаемых) характеристик.

Е.2 В разделе «Общие положения» приводят:

- определение проверяемой характеристики или ссылку на нормативный документ, в котором приведено определение;

- поясняющие сведения, относящиеся к объекту аттестации.

Е.3 В разделе «Оцениваемые характеристики и расчетные соотношения» приводят:

- перечень показателей, количественно выражающих оцениваемую характеристику;
- расчетные соотношения и формулы (математическая модель), по которым рассчитывают оцениваемые показатели. Соотношения и формулы должны быть приведены в конечном виде (без выводов) с объяснением символов, обозначений и коэффициентов.

Е.4 В разделе «Средства аттестации» указывают СИ и методики измерений, применяемые при аттестации.

Е.5 В разделе «Условия проведения аттестации» указывают продолжительность, периодичность, цикличность операций аттестации и последовательность воспроизведения внешних воздействий, формируемых ИО.

Е.6 В разделах «Требования техники безопасности», «Требования к квалификации персонала» указывают соответствующие требования.

Е.7 В разделе «Проведение внешнего осмотра» описывают операции, проводимые при проведении внешнего осмотра.

Е.8 В разделе «Проведение измерений» описывают:

- проведение внешнего осмотра;
- особенности функционирования ИО и привлекаемых к аттестации средств, порядок их взаимодействия;
- последовательность выполнения операций при измерениях с указанием контрольных точек, способов и количества измерений, используемых средств измерений и описанием выполняемых регулировок, операций с переключателями, схем расположения и включения приборов;
- объем регистрируемой информации и способы ее регистрации;
- формы и порядок учета статистических данных, в том числе подробные развернутые формы записи данных.

Если в процессе аттестации ИО предусматривается использование моделирования, то должны быть указаны метод моделирования и порядок применения результатов моделирования.

Е.9 В разделе «Обработка, анализ и оценка результатов аттестации» указывают:

- порядок применения статистических данных, накопленных до начала аттестации (при наличии);
- методы обработки результатов измерений;
- требования к точности обработки результатов измерений;
- требования к виду обработанных результатов измерений;
- порядок и последовательность проведения анализа результатов, полученных на выходе системы обработки;
- способ сравнения полученных данных с требованиями, заданными в программе аттестации ИО;
- критерии, при достижении которых аттестуемое ИО считают аттестованным;
- критерии достаточности работ по аттестации ИО.

Е.10 В разделе «Отчетность» указывают требования к объему сведений, подлежащих отражению в протоколе аттестации ИО по конкретным пунктам методики аттестации.

Е.11 Типовые методики аттестации могут содержать вводную часть. Во вводной части указывают область распространения методики аттестации, возможные ограничения по ее применению и особенности функционирования данной группы ИО.

Библиография

[1] МИ 2174-91 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.

[2] МИ 2955-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений и порядок ее проведения.

[3] WELMEC 7.2. Issue 1. Software Guide (Measuring Instruments Directive 2004/22/EC) May 2009.

[4] В.А. Слаев, А.Г. Чуновкина. Аттестация программного обеспечения, используемого в метрологии: Справочная книга/Под ред. В.А. Слаева. – СПб.: «Профессионал», 2009 – 320 с.

[5] Ю.А. Кудеяров, А.А. Сатановский. Генерация эталонных данных методом нуль – пространства для тестирования электронных таблиц, прикладных математических пакетов и алгоритмов. Законодательная и прикладная метрология, № 2, 2005, с.с. 39-46.

[6] МИ 2439-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля.