

# О разработке программ и методик аттестации испытательного оборудования

**Евгений Николаев** (ФГУП «ВНИИФТРИ»),  
**Михаил Рагозин** (АО «ТЕСТПРИБОР»)

В статье анализируются типичные ошибки, возникающие при разработке программ и методик аттестации испытательного оборудования, рассматриваются конкретные примеры и предлагаются рекомендации по устранению выявленных недостатков.

Испытания продукции являются важным и сложным процессом получения информации о характеристиках объекта и служат основой для объективной оценки технического уровня и качества испытуемых изделий на всех стадиях её жизненного цикла. Условием получения достоверной информации о характеристиках испытуемых изделий с гарантируемой оценкой точности 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 аттестации определяется пригодность данного оборудования для применения 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 заказчика);
- согласование и утверждение программы и методики аттестации при положительных результатах метрологической экспертизы;
- исследование основных точностных характеристик ИО;
- оформление соответствующих документов по результатам исследования характеристик, т.е. протокола аттестации и аттестата (при положительных результатах аттестации).

Действующим законодательством установлены определённые требования к организации и порядку проведения метрологической экспертизы, но стоит отметить, что при этом проекты программ и методик аттестации (ПМА) могут разрабатываться на территории любого предприятия, эксплуатирующего ИО, при наличии специа-

листов, 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, возникающие вследствие отсутствия опыта выполнения данных работ и знаний государственных стандартов.

В приведённой ниже схеме отражены основные критерии оценки правильности структурного построения документов и изложения в них метрологических и методологических вопросов аттестации ИО. Рассмотрим основные недостатки и ошибки, выявленные в проектах ПМА в ходе оценки соответствия критериям, указанным в схеме на рисунке 1. Более подробно остановимся на критериях № 1 и 4.

## КРИТЕРИЙ № 1

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

Правильный выбор параметров ИО и их допустимых границ является одним из важнейших этапов построения ПМА. 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, должен определяться в соответствии с техническими условиями или программами испытаний изделий, эксплуатационной документацией на ИО (например, паспорт или техническое описание), государственными стандар-

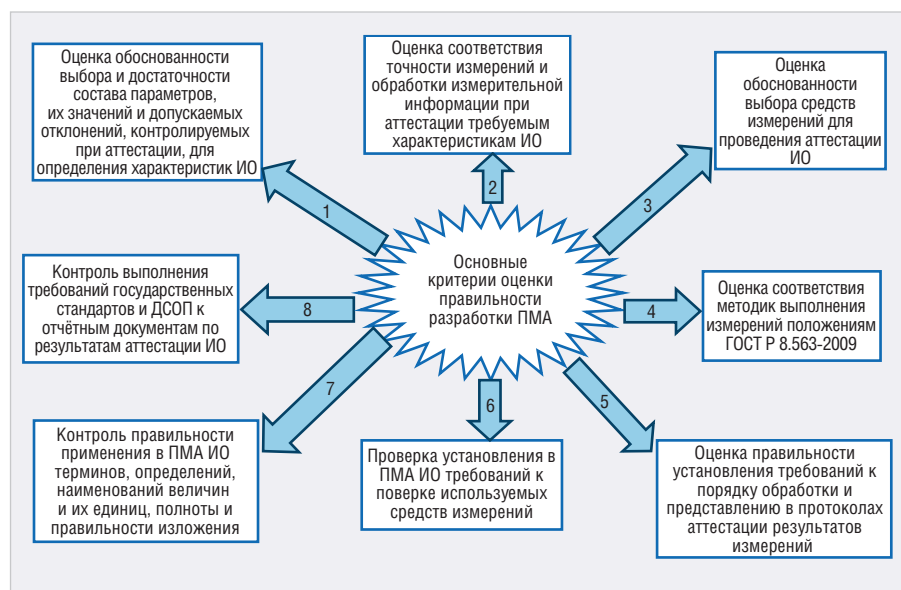


Рис. 1. Структурная схема критериев оценки разработанных ПМА

# АТТЕСТАЦИЯ испытательного оборудования

ПО ГОСТ Р 8.568, ГОСТ РВ 0008-002



Головной организацией по проблеме метрологического обеспечения обороны ФГУП ВНИИФТРИ был **РАСШИРЕН ПЕРЕЧЕНЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, АТТЕСТАЦИЮ КОТОРОГО ИМЕЕТ ПРАВО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ АО «ТЕСТПРИБОР»:**

- безэховые экранированные камеры
- климатические камеры (термогигрокамеры)
- камеры повышенного давления
- камеры пониженного атмосферного давления
- стенды вибрационные
- стенды ударные
- центрифуги
- камеры статической и динамической пыли
- камеры соляного тумана
- испытательное оборудование (комплексы) для испытаний на воздействие электрических и радиотехнических величин
- испытательное оборудование (комплексы) для воспроизведения электростатических разрядов
- специальное испытательное оборудование, испытательные комплексы

**НА ОСНОВАНИИ ЭКСПЕРТНОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ № 10.001-2017  
АО «ТЕСТПРИБОР» ПРЕДЛАГАЕТ УСЛУГИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ  
АТТЕСТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ:**

- Первичная, периодическая и повторная аттестация испытательного оборудования
- Разработка и согласование программ и методик аттестации испытательного оборудования
- Метрологическая экспертиза программ и методик аттестации с выдачей заключения по ее результатам

**ТЕСТПРИБОР**

125480, г. Москва  
ул. Планерная, д. 7А  
тел./факс: (495) 657-87-37  
testpribor@test-expert.ru  
www.test-expert.ru

тами (в которых могут быть изложены требования к оборудованию, применяемому при испытаниях изделий) и др.

Следует учитывать, что, кроме производимых параметров, у ИО имеются 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 расчётах 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 3.

**Пример.** В ПМА аппаратов горюче-смазочных материалов в таблице основных точностных характеристик приведён параметр «Температура каплепадения контрольного образца», при этом в графах «Номинальное значение» и «Допустимое отклонение» даны ссылки на эксплуатацион-

ную 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 термометр требованиям к диапазону и погрешности измерений или нет.

*Рекомендации:*

- изучить 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, а затем оценить, покрывает ли используемый при аттестации термометр общий диапазон параметра.
2. Наименование параметров, их значения, допустимые отклонения (погрешности измерений), приведённые в ПМА, могут не соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации, ГОСТах, методиках испытаний, технических условиях.

**Пример.** В ПМА на климатическую камеру тепла-холода, разработанную в соответствии с государственными стандартами на проведение испытаний изделий, в диапазоне воспроизводимых камерой температур от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  установлено допустимое отклонение  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , что не соответствует требованиям ГОСТов, устанавливающих допустимое отклонение к данному диапазону температур  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

*Рекомендации:*

- так как ПМА ссылается на комплекс государственных стандартов на проведение испытаний изделий, необходимо руководствоваться требованиями этих стандартов, т.е. 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 данные ГОСТы;
- текст ПМА необходимо дополнить примечаниями о том, что допустимое отклонение может быть указано исходя из требований ЭД на данную камеру или методик испытаний про-

дукции, т.к. государственные стандарты этого не запрещают.

## КРИТЕРИЙ № 2

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

**Пример.** При определении выходного напряжения с допустимым отклонением  $\pm 1$  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 расчётов установлено: фактический КТ равен 2, что не соответствует требованиям 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.

## КРИТЕРИЙ № 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 объёмом  $1\text{ м}^3$  в качестве применяемого СИ указан измеритель температуры с возможностью подключения 8 термометров сопротивления, что является недостаточным условием для проведения аттестации согласно требованиям ГОСТ Р 53618-2009, где изложены методические рекомендации по определению характеристик температурного воздействия в 9 точках полезного объёма камеры.

*Рекомендации:*

- подобрать измеритель температуры с возможностью подключения большего количества термометров сопротивления;
  - убедиться в том, что измеритель температуры внесён в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ГРСИ РФ);
  - провести оценку точности измерений выбранного СИ.
2. В разделе «Метрологическое обеспечение аттестации» ПМА отсутствуют СИ для контроля основного параметра



тра 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. Если не измерить эту температуру, то невозможно провести оценку достоверности измерений воспроизводимого стендом давления.

**Рекомендации:** подобрать СИ температуры окружающего воздуха, внесённое в ГРСИ РФ и обеспечивающее точность измерений.

#### 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 аналого-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 каналы применяются 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 каналов для контроля характеристик объекта испытаний требуется провести испытания в целях утверждения типа и последующую поверку измерительного канала целиком. Так как процедура утверждения типа измерительной системы требует много времени и средств, оптимальным решением проблемы соблюдения требований законодательства может стать разработка и аттестация методики

измерений, подтверждающей правильность расчётов 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 разнородных 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, занесённых в ГРСИ РФ. При этом на момент разработки ПМА с использованием расчёта скорости перемещения через частоту вращения вала и номинальное перемещение ползуна не была разработана и аттестована методика выполнения измерений, обеспечивающая необходимый результат с установленными и подтверждёнными показателями точности.

**Рекомендации:** разработать и провести аттестацию методики выполнения измерения в соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009 до разработки ПМА и проведения её экспертизы.

#### КРИТЕРИЙ № 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 содержит формулы для расчётов средних значений температуры, действительных отклонений, градиентов, вариации, колебаний температуры и т.д. Эти данные используются впоследствии при аттестации на этапе составления протокола и проведения расчётов.

**Рекомендации:** дополнить ПМА разделом, включающим формулы расчётов характеристик климатической камеры.

#### КРИТЕРИЙ № 6

В ПМА отсутствуют требования к применяемому при аттестации СИ.

**Пример.** В ПМА ИО не указано, что применяемые при аттестации СИ должны быть поверены в соответствии с действующим законодательством, а также 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». Это не позволяет оценить точность измерений и провести аттестацию ИО.

**Рекомендации:** 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, имеются ошибки в оформлении, орфографии и пунктуации, например:

- в тексте ПМА приведена запись диапазона частот колебаний синусоидальной вибрации в виде «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 « $1333 \pm 133,3$  Па», которая 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.», « $\pm 2\%$ », 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».

**Рекомендации:** 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 государственный военный стандарт, регламентирующие форму отчётных документов по результатам аттестации ИО.

**Пример.** ПМА по наименованию распространяется на первичную и периодическую аттестацию, однако в разделе «Требования к отчётности» отсутствуют положения об оформ-

лении результатов при проведении периодической аттестации со ссылкой на конкретные пункт или приложение государственного военного стандарта.

**Рекомендации:** раздел «Требования к отчётности» должен полностью отражать требования государственного военного стандарта в части требований к оформлению результатов аттестации и отчётных документов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во избежание возникновения перечисленных выше проблем специалистам метрологических отделов организаций следует уделять больше внимания:

- изучению ГОСТов, в которых изложены требования к организации и порядку разработки ПМА;
- изучению нормативных документов, содержащих методические ре-

комендации, при разработке ПМА и 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.



### НОВОСТИ МИРА

#### В ЗОНЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ: БИЗНЕС-СТРАТЕГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАЖДАНСКОЙ ПРОДУКЦИИ

17 апреля 2018 года в рамках выставки «ЭкспоЭлектроника 2018» состоялась открытая пленарная дискуссия на тему диверсификации производства «В зоне турбулентности: бизнес-стратегии для развития производства гражданской продукции».

Соорганизатором данного мероприятия выступил журнал «Современная электроника», а модератором дискуссии стал главный редактор журнала Алексей Смирнов.

Тематика и формат мероприятия были выбраны неслучайно. 24 января 2018 года Владимир Владимирович Путин в рамках рабочей поездки посетил ПАО «Объединённая двигателестроительная корпорация – Уфимское моторостроительное производственное объединение», где осмотрел детали и узлы перспективных вертолётных двигателей и ознакомился с продукцией гражданского назначения. На площадке предприятия прошло совещание по вопросам диверсификации производства продукции гражданского назначения организациями ОПК, в ходе которого Пре-

зидент РФ отметил: «Основной задачей российской промышленности является освоение производства современной и конкурентоспособной гражданской продукции».

Учитывая реалии современного рынка и плановый характер государственного оборонного заказа (ГОЗ), послы Президента вызвал множество толкований и обсуждений. При том что приказы главнокомандующего не обсуждаются, в данном случае речь идёт пока только о рекомендациях. Следовательно, есть время и на обсуждение проблематики, и на обдумывание стратегии и тактики, и на принятие взвешенного решения.

## ProCHIP

POWERED BY ProSOFT

### Активный компонент вашего бизнеса

- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



+7 (495) 232-2522  
INFO@PROCHIP.RU  
WWW.PROCHIP.RU



Реклама

WolfSpeed

CRANE  
ELECTRONICS

SHARP

BULGIN

WUMMET

SEMILEDS

RAYSTAR

RAYCOMITALE

analogon

CREE

APRORIC

NUO

Goodell

HARTING

WHIPP LUMILEDS

LUMINEO

XP Power

MES

В этом ключе прошедшая дискуссия может оказаться весьма полезной для всех игроков данного сектора, поскольку на одной площадке встретились представители бизнес-структур и государственных учреждений.

На открытую трибуну поднялись Михаил Фельдман, руководитель аппарата генерального директора АО «ЦНИИ „Электроника“»; Иван Покровский, исполнительный директор АРПЭ и генеральный директор Информационно-аналитического центра современной электроники; Антон Большаков, директор по маркетингу группы компаний «ОСТЕК»; Максим Кузюк, генеральный директор АО «РТИ»; Михаил Павлюк, генеральный директор АО «ПКК Миландр», и Владимир Зайцев, генеральный директор КП «Корпорация развития Зеленограда». Их оппонентами стали Павел Куцько, директор ФГУП «МНИИРИП»; Алёна Фомина, генеральный директор АО «ЦНИИ „Электроника“»; Татьяна Львова, руководитель Управления взаимодействия с органами государственной власти АО «Росэлектроника»; Вадим Лысов, директор по производству НПФ «ДОЛОМАНТ», и Анаста-



сия Григорьева, директор по маркетингу АО «Авангард».

Прозвучавшие доклады вызвали немало вопросов из зала. Аудитория пыталась разобраться не только в актуальности самой диверсификации, но и, собственно, в необходимости этих действий. Заявление Ива-

на Покровского о том, что диверсифицировать ОПК не нужно, спровоцировало шквал комментариев со стороны представителей государственных регуляторов.

Подробный материал о данной открытой дискуссии читайте в следующем номере «Современной электроники».

**MPS**  
Monolithic Power Systems

## МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



**ProCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

**АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА**  
(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU



Реклама