

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

И.Ф.Шишкин, Г.Ф.Сергушев

ИСПЫТАНИЯ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
1999

УДК389(07)

Шишкин И.Ф.,Сергушев Г.Ф. Испытания и испытательное оборудование; Учебное пособие. – СПб.; СЗТУ, 1999. - с.

В учебном пособии излагаются вопросы, рекомендуемые при изучении дисциплины “Испытания и испытательное оборудование” студентами специальности 190800 - Метрология и метрологическое обеспечение. Рассматриваются общие вопросы испытаний, система испытаний продукции, основные характеристики процесса испытаний, испытания средств измерений, сертификационные испытания, испытательные стенды и центры, вопросы автоматизации испытаний, аттестации испытательного оборудования и аккредитации государственных центров испытаний.

Пособие может оказаться полезным также работникам метрологических служб, лицам , связанным с сертификацией, испытаниями и испытательной техникой, производственно-техническому персоналу предприятий и организаций, а также студентам при изучении дисциплин “Методы и средства измерений, испытаний и контроля” , “Основы квалиметрии и сертификации” , “Прикладная метрология” , “Законодательная метрология”.

С Северо-Западный государственный заочный технический университет, 1999.

ВВЕДЕНИЕ

Испытания продукции широко используются для оценки ее качества. Потребность в испытаниях начала возникать в целях подтверждения гарантий безопасной эксплуатации различных изделий – машин, механизмов, электрооборудования. Позднее практика промышленного и социально-экономического развития потребовала подтверждения определенных свойств изделий. В результате появились специальные испытательные подразделения.

Однако даже испытания в условиях производства продукция не всегда соответствовала заранее оговоренному уровню качества и безопасности. Это повлекло за собой возникновение определенного недоверия потребителя к результатам испытаний. Разрешение этого противоречия было найдено в создании независимых испытательных центров и лабораторий, деятельность которых в последние годы завоевала прочный авторитет на национальном и международном уровнях. В наиболее крупных испытательных центрах созданы собственные научно-исследовательские отделения. Одним из видов деятельности испытательных центров является стандартизация методов испытаний, проведение испытаний и контроль качества продукции. Кроме того в некоторых случаях они собственными силами проектируют и создают новое уникальное испытательные и измерительное оборудование.

На современном этапе перестройки экономики и в связи с расширением самостоятельности предприятий резко повышаются требования к качеству продукции, а следовательно, и к ее оценке с помощью испытаний. В начале 80-х годов была разработана организационная и нормативно-техническая база системы государственных испытаний продукции и определена номенклатура испытательных центров, проводящих испытания различных видов продукции. Сейчас происходят изменения в работе этих центров, обусловленные тем, что меняется акцент в испытательной деятельности в сторону защиты интересов потребителей и государства.

Испытания продукции являются основой объективной оценки ее технического уровня и качества изготовления, а также принятия соответствующих решений на всех стадиях жизненного цикла изделий – при постановке его на производство, сертификации, для прекращения серийного выпуска или модернизации.

Заметной тенденцией во всей деятельности, связанной с испытаниями, становится гармонизация процедур аккредитации и методов испытаний, позволяющая более объективно оценивать качество продукции. Большое влияние на становление и развитие систем испытаний оказывает фактор децентрализации или централизации управления промышленной и экономической деятельностью.

В решении проблемы удовлетворения покупательского спроса оформилась определенная тенденция: аккредитация – испытания – сертификация – качество – конкурентоспособность.

Предпочтение на внутреннем и внешнем рынках отдается продукции, качество которой подтверждается определенным сертификатом, полученным на основании испытаний этой продукции, проведенных аккредитованной, т.е. получившей доверие в национальном или международном масштабе испытательной лабораторией (испытательным центром).

1. СИСТЕМА ИСПЫТАНИЙ ПРОДУКЦИИ.

1.1. Основные положения системы испытаний продукции.

Разработка принципов построения системы испытаний продукции (СИП) базируется прежде всего на накопленном богатом опыте проведения государственных испытаний ряда видов продукции.

Материал для создания СИП дал опыт внедрения системы стандартов разработки и постановки продукции на производство (ГОСТ 15.001-88. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения) и других стандартов, где впервые установлена обязательность проведения приемочных испытаний опытных образцов любых видов разрабатываемой продукции, квалификационных испытаний установочных партий и головных серий вновь осваиваемой продукции для определения подготовленности производства к ее серийному или массовому выпуску, периодических контрольных испытаний для контроля стабильности качества выпускаемой продукции. Наряду с отечественным был использован зарубежный опыт ряда стран по созданию систем испытаний для целей национальной и международной сертификации продукции.

СИП разрабатывалась исходя из следующих *положений*.

1. Испытания должны являться основой объективной оценки технического уровня и качества изготовления продукции и принятия соответствующих решений на всех стадиях жизненного цикла продукции - при постановке ее на производство, определении возможности продолжения или необходимости прекращения ее серийного выпуска и т.д. Только испытания позволяют объективно установить соответствие показателей качества продукции требованиям нормативной документации (НД), выявить фактические значения этих показателей, проверить, удовлетворяет ли продукция требованиям в отечественных и (или) международных стандартах, сравнить качество изделий с качеством аналогов.

2. СИП должна строиться в неразрывной взаимосвязи с другими звеньями системы управления качеством – стандартизацией, сертификацией, системой государственного метрологического надзора и контроля. Это означает прежде всего, что все эти звенья должны использовать испытания как основную форму оценки технического уровня и качества продукции, установления ее соответствия требованиям НД и технических условий.

3. Так как эффективность испытаний определяется прежде всего недопущением ущерба от применения некачественной продукции, то важнейшей составной частью системы испытаний должен являться круг вопросов обеспечения единства испытаний, достижения требуемой точности и воспроизводи-

сти их результатов. Сюда же входит весь комплекс задач метрологического обеспечения измерений, проводимых при испытаниях.

4. СИП должна являться системой испытаний продукции на всех стадиях ее жизненного цикла.

5. СИП должна строиться с учетом перспективы внедрения сертификации продукции. Имея ввиду усиливающиеся международные тенденции быстрого расширения сфер использования сертификации, есть все основания считать, что применение методов сертификации в нашей стране будет существенно расширяться.

Основная цель испытаний – получение объективной достоверной информации о фактических значениях показателей качества продукции и соответствия их нормативно-технической и технической документации для принятия решений: о постановке новой продукции на производство; об окончании освоения серийного (массового) производства; о продолжении серийного выпуска продукции; о возможности производства продукции для экспорта; о целесообразности импорта продукции; о выдаче сертификата соответствия. Из установленной цепи вытекают следующие *задачи испытаний*:

1. Для вновь разработанной продукции (первичные испытания) – определение соответствия продукции требованиям НД технического уровня и определение возможности постановки продукции на производство.

2. Для продукции, подготовленной к серийному (массовому) выпуску (квалификационные испытания) – определение готовности производства к серийному (массовому) выпуску продукции на основе отработанного производственного процесса, обеспечивающего стабильное качество продукции и выпуск ее в необходимых количествах.

3. Для изделий серийного (массового) производства – инспекционная проверка стабильности качества выпускаемых изделий, выполнения мероприятий по повышению надежности, безопасности и других эксплуатационных характеристик изделий.

5. Для изделий, намечаемых к экспорту или импорту, для изделий, подвергаемых сертификации – установление соответствия изделий международным стандартам и стандартам стран-импортеров.

Особенности испытаний средств измерений и испытательного оборудования рассмотрены далее в данном учебном пособии.

Исходя из цели и задач испытаний (табл.1) определены виды испытаний: первичные, квалификационные, инспекционные, сертификационные.

СИП имеет свою организационную структуру, техническую базу, нормативно-методическую основу, регламентирующую функционирование системы и взаимодействие ее элементов.

Систему испытаний продукции возглавляет Госстандарт России, на который возложено методическое руководство и контроль за правильностью проведения испытаний.

Технической базой СИП являются средства испытаний и испытательное оборудование, позволяющие проводить все виды испытаний продукции.

Нормативно-методической основой СИП является комплекс стандартов и других нормативных документов, регламентирующих организационно-методические и технические основы СИП.

Таблица 1

Виды решений	Виды Испытаний	Основные задачи
О постановке на производство новых изделий	Первичные	Определение соответствия техническому заданию, стандартам, ТУ. Оценка технического уровня. Определение возможности постановки на производство.
Об окончании освоения серийного производства	Квалификационные	Определение готовности производства к серийному выпуску в требуемом объеме.
О продолжении серийного выпуска	Инспекционные	Проверка стабильности качества, выполнения мероприятий по повышению надежности, безопасности и др.
О возможности производства продукции для экспорта; для продукции, подвергаемой сертификации.	Сертификационные	Установление соответствия отечественным, международным или национальным (стран-импортеров) стандартам.

1.2. Организации по испытаниям продукции.

Организация (испытательный центр, испытательная лаборатория) в соответствии с общими целями испытаний проводит испытания закрепленных за ней видов продукции на соответствие требованиям стандартов и других НД на эту продукцию в целях определения фактических показателей ее качества, предотвращения постановки на производство технически несовершенной, конструктивно и технологически неотработанной продукции, осуществления контроля за стабильностью ее качества в процессе серийного производства и эксплуатации; а также создания условий для осуществления сертификации продукции. *Важнейшей характеристикой* организации по испытаниям является требование о том, что наличие заключения по результатам проводимых ею испытаний по закрепленным видам продукции является обязательным при принятии соответствующими комиссиями следующих решенийб о постановке на производство новых изделий; об окончании освоения серийного производства; о возможности производства продукции для экспорта.

Главной задачей организации по испытаниям является прежде всего проведение всех установленных видов испытаний важнейших видов продукции на этапах постановки ее на производство, при ее производстве, обращении и эксплуатации. Сюда относятся испытания опытных образцов (опытных партий) продукции; испытания серийной продукции, включая квалификационные испытания установочной серии; инспекционные испытания по поручению органов Госстандарта и других контролирующих органов, а также инспекционные выборочные испытания для контроля стабильности производства на предприятиях, выпускающих закрепленные виды продукции; испытания продукции, намечаемой на экспорт, а также импортируемой продукции. Кроме того, организация может проводить испытания основных комплектующих изделий.

Наряду с основной задачей на организацию *возлагаются*:

- проведение анализа, обобщение, подготовка и выдача периодической информации о результатах испытаний и оценке качества закрепленных видов продукции;

- анализ воспроизводимости результатов испытаний однотипной продукции в разных организациях и проведение в случае необходимости арбитражных испытаний;

- совершенствование методов испытаний и разработка предложений по совершенствованию средств испытаний;

- участие в экспертизе технической и нормативной документации на закрепленные виды продукции, в первую очередь, в части указываемых там методов и средств испытаний;

- участие в разработке и внедрении отечественных и международных стандартов и других НД на методы и средства испытаний;

- подготовка информации и организация обмена опытом о лучших образцах отечественной и зарубежной продукции путем демонстрации образцов, подготовки обзоров и т.д.

Для аккредитации организации представляется номенклатура видов продукции, испытания которой предлагается возложить на организацию, проект положения об этой организации, документ о проведении предварительной аккредитации, целью которой является установление возможности возложения на данную организацию функций по испытаниям и разработка мероприятий по обеспечению и развитию ее деятельности. Для этой цели в процессе предварительной аккредитации оценивается техническая база организации (испытательное оборудование, средства измерений, помещения и т.п.), квалификация персонала, наличие необходимого комплекта НД, опыт работы организации по испытаниям закрепленных видов продукции. Должны быть также намечены мероприятия по обеспечению деятельности организации по испытаниям.

На основе материалов, полученных в процессе аккредитации, орган Госстандарта дает заключение о возможности возложения на организацию функций по испытаниям определенных видов продукции. Акт аккредитации является основанием для подписания приказа об утверждении организации по испытаниям определенных видов продукции.

2. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ - ОСНОВА ЕДИНСТВА ИСПЫТАНИЙ

2.1. Основные характеристики процесса испытаний

Главным признаком объекта испытаний является то, что по результатам испытаний принимается то или другое решение именно по этому объекту – о его годности или браковании, о возможности предъявления на последующие испытания, о возможности серийного выпуска и др. В зависимости от вида продукции и программы испытаний, объектом испытаний может быть единичное изделие или партия изделий.

Технической базой испытаний являются средства испытаний, к которым относятся технические устройства, материалы и вещества, необходимые для проведения испытаний. Важнейшим видом средств испытаний, наряду со средствами измерений, применяемыми при испытаниях, является *испытательное оборудование*, под которым понимают устройства для воспроизведения условий испытаний – воздействий на объект и режимов его функционирования. Это специальные стенды, испытательные машины, установки, климатические камеры и другие устройства, в которых воспроизводятся разные условия испытаний: температура, влажность, давление, электромагнитные или радиационные воздействия, механические нагрузки и т.д. Необходимо подчеркнуть, что нормируемая точность воспроизведения условий испытаний решающим образом зависит от соответствующих точностных характеристик испытательного оборудования, которые должны надлежащим образом контролироваться.

Важнейшими характеристиками качества испытаний являются те, которые определяют доверие к их результатам, достоверность, воспроизводимость этих результатов при повторных испытаниях. Можно говорить о *точности* результатов испытаний – характеристике близости получаемых при испытаниях значений определяемых параметров и их действительных значений. Немалое значение имеет *достоверность* результатов контроля при испытаниях (для контролируемых параметров) – вероятность правильного определения соответствия параметров требованиям НД. Наконец, одной из важнейших характеристик испытаний служит *воспроизводимость* результатов, характеризуемая близостью результатов повторных испытаний объекта. Все эти характеристики *качества испытаний*, которые условно можно назвать точностными, являются *основой достижения единства испытаний*. Отметим, что точностные характеристики испытаний определяются, в основном, методикой испытаний, представляющей собой правила применения того или другого метода испытаний и устанавливающей необходимые средства испытаний, заданные условия испытаний, алгоритм выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойства объекта, требования к квалификации операторов, формы представления данных и оценки точности и достоверности результатов испытаний, требования техники безопасности и охраны окружающей среды.

Важное значение для единообразного понимания и правильной оценки результатов имеют формы представления и обработки данных испытаний и оценка точности результатов. Данные испытаний определяются как регистрируемые при испытаниях значения характеристик свойств объекта и (или) условий испытаний, наработок, а также других параметров, являющихся исходными для последующей обработки. *Результат испытаний* определяется как оценка характеристик свойств объекта, установление соответствия объекта заданным требованиям, результат анализа качества функционирования объекта в процессе испытаний.

2.2. Общие требования обеспечения единства измерений

Помимо точности результатов испытаний для обеспечения единства испытаний не меньшее значение имеет воспроизводимость результатов – иногда единственная характеристика, которая может интересовать поставщика и потребителя при проведении повторных испытаний. Воспроизводимость результатов испытаний зависит не только от точности результатов испытаний, но и от свойств самого объекта испытаний. Не меньшее значение имеет достоверность контроля при испытаниях, которая также является важной составляющей единства испытаний.

Обеспечение единства испытаний определяется как комплекс организационно-технических мероприятий, правил и норм, направленных на достижение установленной точности и воспроизводимости их результатов и (или) достоверности контроля при испытаниях. **Обеспечение единства испытания** – основа эффективности использования испытаний как звена обратной связи в системах управления качеством продукции. Только выполняя требования обеспечения единства испытаний, можно добиться устранения недопустимых расхождений в результатах повторных испытаний у поставщика и потребителя, создать условия для сокращения объема повторных испытаний, взаимного признания результатов испытаний в производстве, внутреннем и международном товарообмене, национальной и международной сертификации продукции.

К общим требованиям обеспечения единства испытаний относятся:

1. Пределы допусков на показатели качества испытываемой продукции в нормативной документации должны устанавливаться с учетом возможности обеспечения необходимой точности результатов испытаний и (или) достоверности контроля при испытаниях, вероятной нестабильности этих показателей и неоднородности качества продукции.
2. Устанавливаемые в методиках испытаний показатели и нормы точности средств испытаний и воспроизведения условий испытаний, способы обработки данных испытаний, показатели и нормы точности и формы представления результатов испытаний, планы контроля при испытаниях, контрольные нормативы и решающие правила

должны быть унифицированы и соответствовать установленным требованиям.

3. Испытания должны проводиться по программам и аттестованным методикам, на аттестованном испытательном оборудовании, с применением поверенных средств измерений, в аккредитованных 18 испытательных подразделениях.
4. Аттестованная методика испытаний должна гарантировать получение результатов испытаний с требуемыми точностными характеристиками.
5. Методы и средства метрологического обеспечения испытаний, необходимые для правильных измерений параметров продукции, Воздействующих факторов, характеристик испытательного оборудования и режимов испытаний должны обеспечивать получение результатов испытаний с требуемой точностью и (или) достоверностью.
6. Аттестованное испытательное оборудование должно гарантировать воспроизведение заданных условий испытаний с нормированной точностью.
7. Аккредитация испытательного подразделения должна удостоверить, что компетентность персонала подразделения обеспечивают проведение испытаний в полном соответствии с требованиями нормативной документации.

Таким образом, требование **обеспечения единства испытаний** включают не только требования, относящиеся к качеству проведения испытаний, но и требования к стабильности параметров и однородности самой продукции, а также некоторые дополнительные требования, которые должны содержаться в нормативной документации на продукцию и методы ее испытаний.

2.3. Точность и воспроизводимость результатов испытаний

Точность результатов испытаний – свойство испытаний, характеризующее близостью оценки характеристики объекта к ее действительному значению. Здесь нет принципиального различия с привычным для метрологов определением понятия точности измерений с двумя, однако, существенными оговорками.

Определяемой характеристикой объекта испытания может являться как характеристика одиночного объекта-образца из партии, пробы и т.п., так и та или другая статистическая характеристика, если объектом испытаний является, например, партия изделий или некий объем продукции. В этом случае за результат испытания могут быть приняты такие характеристики, как математическое ожидание, дисперсия, функция распределения и т.п. для всей партии или всего объема продукции. Точность испытания в этом случае определяется как степень близости полученных в результате испытаний статистических характеристик к их действительным значениям.

Поскольку результат испытаний относится к объекту, а результат измерений – к образцу, пробе, взятых от этого объекта, то и точность результатов испытаний может не совпадать с точностью измерений характеристики образца. Так точность измерений химического состава относится к определению состава пробы, взятой из партии какого-либо вещества или материала, в то время как точность определения состава партии этого вещества или материала в решающей степени зависит от способа отбора пробы, ее подготовки к анализу, длительности этой подготовки и т.п.

Воспроизводимость результатов испытаний определяется как свойство результатов испытаний, характеризуемое близостью результатов повторных испытаний объекта. В общем случае понятие воспроизводимости приобретают смысл только при определении методики и условий испытаний.

Международный стандарт ИСО 5725 (Точность методов испытаний, определение повторимости и воспроизводимости путем межлабораторных сличений) определяет повторимость как характеристику испытаний. В то время как воспроизводимость определяется для условий повторения без ограничений, связанных с местом, условиями, средствами, временем проведения испытаний, однако, с применением одинаковых методов испытаний.

Применительно к испытаниям единичного объекта с изменяющимися во времени характеристиками повторяемость испытаний полностью охватывается понятием точности испытаний, выполняемых по аттестованной методике, если эта методика соблюдается при повторных испытаниях. Для оценки воспроизводимости результатов повторных испытаний одного и того же объекта с неизменными характеристиками можно ограничиться показателями точности испытаний, даже проводимых по разным методикам при условии, что обе они аттестованы и, следовательно, получены точностные характеристики испытаний с известными доверительными вероятностями.

Значительно сложнее содержание понятия воспроизводимости результатов испытаний, если объектом испытаний является партия изделий (при выборочных ее испытаниях) или если характеристики объекта неоднородны или нестабильны, как это имеет место на практике для большой номенклатуры видов продукции.

Количественная оценка воспроизводимости (Международный стандарт ИСО 5725) определяется как наибольшее значение, ниже которого лежат с определенной доверительной вероятностью абсолютные значения разностей любых двух результатов испытаний идентичных объектов, проведенных одним и тем же методом в разных условиях (разные наблюдатели, разные средства испытаний, в разных лабораториях, в разное время). Эту количественную оценку можно распространить и на обобщенное понятие воспроизводимости в соответствии с вышеуказанным (т.е. с учетом неоднородности или непостоянства характеристик объекта), а также для испытаний по разным методикам при условии, что каждая методика аттестована.

Аттестация методики полностью определяет воспроизводимость результатов испытаний одного и того же неизменного объекта в условиях сходимости (повторяемости). При аттестации по возможности исключаются факторы, завися-

щие от объекта испытаний с тем, чтобы иметь возможность оценить и гарантировать определенную точность результатов испытаний. Только с помощью аттестованной методики в условиях сходимости можно выделить влияние неоднородности или непостоянства характеристик объекта.

2.4. Требования к представлению, обработке данных, оценки точности и оформлению результатов испытаний

Несопоставимость, а иногда и недостоверность результатов испытаний зачастую вызывается неодинаковыми способами обработки и оценки точности данных испытаний, разным оформлением их результатов. От отсутствия доверительных границ оценки точности испытаний, указания соответствующих вероятностей, характера распределения погрешностей и т.д. может коренным образом меняться суждение о фактических значениях показателей качества, соответствии или несоответствии контролируемых показателей качества изделий требованиям НД с соответственным расхождением заключений по результатам испытаний. Правильная фиксация условий испытаний, характеристик применяемых средств испытаний, надлежащий их учет при обработке данных испытаний может иметь решающее значение при оценке точности испытаний. Поэтому один из важных факторов *обеспечения единства испытаний* является унификация и стандартизация способа представления данных испытаний, их обработки, оценки точности и оформления результатов.

В НД на методы испытаний и соответствующих стандартах и ТУ на продукцию обычно приводятся методы обработки и оформления результатов испытаний. Обработка данных испытаний производится с учетом результатов измерений, оценки числа дефектов или неизмеряемых характеристик свойств продукции при испытаниях, при оценке изменений контролируемого параметра во времени или наработке, при оценке комплексных показателей качества.

Установлено в качестве обязательного требования при обработке данных контрольных испытаний давать определение вероятности соответствия (или несоответствия) продукции требованиям НД, без чего заключение о годности по существу теряет смысл.

Установлены стандартизированные варианты показателей точности, которым следует руководствоваться при оценке точности данных и результатов испытаний при разработке методик испытаний и при их проведении. В качестве таких вариантов приняты:

доверительные границы точности с указанием вероятности;

доверительные границы оценки среднеквадратического отклонения точности с указанием вероятности.

Для результатов испытаний, кроме оценок показателей качества объекта испытаний с указанием выше приведенных показателей точности, могут даваться интервалы, содержащие значения показателей качества с указанием доверительной вероятности, заключения о соответствии или несоответствии продукции требованиям НД с указанием вероятностей ошибок при принятии этих

решений, экспертное заключение, заключение о нормальном функционировании испытуемого изделия в заданных условиях.

3. ИСПЫТАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Система испытаний и утверждения типа средств измерений

Организация и порядок проведения работ в рамках Системы испытаний и утверждения типа средств измерений устанавливаются в соответствии с ПР 50.2.009-94 «ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений». Правила распространяются на средства измерений, в том числе измерительные системы (комплексы), подлежащие применению в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, установленных в Законе Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений».

Система испытаний включает:

испытания средств измерений для целей утверждения типа;
принятия решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении типа;
испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу;
признание утверждения типа или результатов испытаний типа средств измерений, проведенных компетентными организациями зарубежных стран;
информационное обслуживание потребителей измерительной техники, контрольных надзорных органов и органов государственного управления.

Организационную структуру Системы испытаний образуют:

- научно-техническая комиссия метрологии и измерительной техники Госстандарта России;
- Управление Госстандарта России, на которое возложено руководство работами в Системе испытаний;
- Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС);
- Государственные центры испытаний средств измерений (ГЦИ СИ);
- органы государственной метрологической службы.

При испытаниях средств измерений для целей утверждения типа проверяют соответствие технической документации и технических характеристик средств измерений требованиям технического задания, проекта технических условий и распространяющихся на них нормативных и эксплуатационных документов, а также обеспеченность средств измерений методами и средствами поверки.

3.2. Испытания средств измерений для целей утверждения типа

Испытания служат для обеспечения единства и требуют точности измерений в стране, необходимого качества СИ, повышения их точности, для установления рациональной номенклатуры, разработки и постановки на производство СИ, отвечающих современным требованиям.

Испытаниям подвергаются образцы СИ, предназначенных к серийному производству, ввозу из-за границы или выпуску в обращение в стране; средства контроля качества материалов и изделий; СИ для контроля регулирования и управления технологическими процессами, режимами работы машин и оборудования; единичные экземпляры.

Испытания средств измерений для целей утверждения типа проводят ГЦИ СИ в соответствии с их областью аккредитации, определенной аттестатом по аккредитации. Испытания проводят по программе, утвержденной ГЦИ СИ, или по согласованию с ГЦИ СИ типовой программе, в которую могут быть внесены изменения или дополнения.

На испытания средств измерений заявитель представляет:

образцы средств измерений;

проект программы испытаний типа, утвержденный ГЦИ СИ;

проект технических условий (если предусмотрена их разработка), подписанный руководителем организации-разработчика, а для средств измерений, подлежащих импорту – проспект фирмы изготовителя средств измерений с переводом на русский язык;

эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601, а для средств измерений, подлежащих импорту, - комплект документации фирмы-изготовителя, прилагаемый к поставляемому средству измерений с переводом на русский язык;

проект нормативного документа по поверке при отсутствии раздела «Методика поверки» в эксплуатационной документации;

проект описания типа с фотографиями общего вида;

акт экспертизы организации-разработчика о допустимости опубликования описания типа в открытой печати.

При отрицательных результатах испытаний ГЦИ СИ составляет только акт испытаний средств измерений.

Основные задачи испытаний СИ:

установление соответствия СИ требованиям ТУ (ТЗ);

объективная оценка метрологических, технико-экономических и эксплуатационных свойств СИ;

определение целесообразности и возможности производства средств измерений в стране, а также необходимости и целесообразности их ввоза из-за границы;

проверка обеспеченности СИ НТД по поверке, средствами поверки и ремонтом, а также проверка правильности выбора методов и средств поверки;

проверка соответствия выпускаемых и ввозимых из-за границы СИ требованиям НТД.

Испытания СИ – завершающий этап ОКР. Вместе с тем практика работ по испытаниям показывает, что наибольшая эффективность проводимых работ и максимальный процент положительных результатов испытаний имеет место, если работы по испытаниям начинаются с формирования планов новых разработок, идут параллельно с ОКР, включают в себя метрологическую экспертизу ТЗ и участие в приемке технического проекта.

К числу *основных этапов* работ по испытаниям СИ относят:

планирование работ по испытаниям и метрологической экспертизе ТЗ;
метрологическая экспертиза ТЗ;

составление, рассмотрение, согласование и утверждение программ испытаний СИ, включая рассмотрение технической документации, определение соответствия СИ требованиям ТЗ; действующим стандартам, ТУ, современному уровню науки и техники, требованиям заказчика;

организация и проведение испытаний;

разработка, рассмотрение, согласование и утверждение НТД по поверке вновь разработанных СИ;

рассмотрение материалов испытаний СИ;

оценка технического уровня;

оценка целесообразности ввоза в страну СИ;

оценка надежности СИ;

анализ результатов испытаний и выработка рекомендаций по повышению технического уровня вновь разрабатываемых серийно выпускаемых СИ.

Основные положения действующей системы испытаний СИ:

1. Распространение системы испытаний на СИ, в том числе измерительные системы (комплексы), подлежащие применению в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

2. Введение требований, регламентирующих сроки проведения испытаний.

3. Установление государственного надзора за выпуском, состоянием и применением СИ.

4. Введение системы взаимного признания результатов испытаний и поверки.

5. Установление необходимости при проведении испытаний проверки ремонтпригодности и организации ремонта СИ.

Анализ технического уровня СИ позволяет сделать заключение, что одна из основных причин изготовления морально устаревших СИ – длительные сроки разработки, испытаний, освоения и внедрения в производство вновь разработанных СИ.

Сегодня считается, что СИ находится на требуемом техническом уровне в течение трех-пяти лет с момента разработки. Таким образом, если даже разработка и изготовление СИ были проведены на основе передовых научно-технических достижений с применением современной элементной базы и передовой технологии, то по истечении пяти лет с начала разработки СИ, как правило, не будет удовлетворять требованиям народного хозяйства.

3.3. Сертификационные испытания

Под *сертификационными* испытаниями понимаются контрольные испытания продукции, проводимые с целью установления соответствия характеристик ее свойств национальным и (или) международным нормативным документам (для СИ – испытания на соответствие утвержденному типу).

Основными задачами сертификационных испытаний являются:

оценка качества продукции, установление соответствия образцов серийного производства опытным образцам, действующим стандартам и техническим условиям;

установление уровня метрологического обеспечения на предприятиях-изготовителях.

Порядок проведения сертификационных испытаний осуществляется в соответствии с рекомендациями Системы сертификации «Порядок проведения сертификации продукции. Общие требования».

Испытания проводятся в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных в Системе на право проведения испытаний. Заявитель представляет на испытания образец (образцы) и техническую документацию к нему. Сертификационные испытания проводятся на образцах СИ, конструкция, состав и технология изготовления которых должны быть такими же, как у СИ, поставляемых потребителю. Количество образцов, порядок их отбора, идентификации и хранения устанавливаются нормативными или организационно-методическими документами по сертификации и методиками испытаний.

Сертификационные испытания проводят до первого отказа СИ – нарушения работоспособности, при котором использование СИ по его назначению практически невозможно. В акте сертификационных испытаний следует изложить конкретные причины дефектов и рекомендации по их устранению.

При положительных результатах протокол испытаний направляется органу по сертификации и копии – заявителю.

Если испытания продукции по отдельным параметрам проводились в разных аккредитованных испытательных лабораториях (центрах), то сертификат соответствия выдается при наличии всех необходимых протоколов с положительными результатами испытаний. В этом случае в сертификате соответствия перечисляют все протоколы испытаний с указанием испытательных лабораторий (центров), выдавших эти протоколы испытаний.

3.4. Испытания на соответствие средств измерений утвержденному типу

Для проведения испытаний на соответствие СИ утвержденному типу в присутствии представителя предприятия-изготовителя отбираются образцы СИ из числа принятых службой технического контроля [ПР 50.2.009-94]. Отбор осуществляется методом случайной выборки из партии, принятой службой технического контроля, в количестве, установленном стандартами или техническими условиями для периодических испытаний. В число отобранных образцов в общем случае должны входить все модификации СИ, внесенные в Государственный реестр. Акт отбора образцов СИ подписывают представители организации, проводящей испытания, и изготовителя. После окончания испытаний об-

разцы СИ возвращают предприятию-изготовителю или организации-заказчику импортируемых СИ.

Началом испытаний считают дату подписания акта отбора СИ для испытаний, а окончанием испытаний – дату утверждения акта испытаний. Продолжительность испытаний не должна превышать двух месяцев.

По результатам испытаний составляют акт, копию которого направляют во ВНИИМС.

3.5. Порядок регистрации типов средств измерения

Все СИ, типы которых утверждены, подлежат государственной регистрации до постановки этих средств измерений на производство и их выпуска. Основанием для внесения в Государственный реестр СИ является решение Госстандарта России об утверждении типа. Регистрация производится в течение 5 дней со дня поступления во ВНИИМС решения об утверждении типа в соответствии с требованиями Правил по метрологии «Порядок ведения Государственного реестра средств измерений» [ПР 50.2.011-94].

При поступлении материалов об утверждении типа ВНИИМС проверяет комплектность представленных на регистрацию документов, полноту и правильность их оформления. Сведения об утвержденных типах СИ вносятся в Государственный реестр. Каждому типу СИ присваивается регистрационный номер.

На основании решения Госстандарта России в регистрационную запись могут быть внесены следующие изменения:

- об изменении наименования ранее утвержденного типа СИ в связи с введением в действие новых нормативных документов;

- о внесении дополнения в регистрационную запись в виде прежнего регистрационного номера с новыми последними цифрами, обозначающими год утверждения новой модификации типа СИ с заменой описания, утвержденного аккредитованным государственным центром испытаний.

Исключение из Государственного реестра утвержденных типов СИ производится на основании решения Госстандарта России.

Регистрация типовых программ испытаний СИ осуществляется в соответствии с требованиями МИ-2146.

3.6. Правила и порядок проведения сертификации средств измерений

Для проведения сертификации заявитель направляет заявку по форме, приведенной в рекомендации МИ 2277-93 «ГСИ. Система сертификации средств измерений. Основные положения и порядок проведения работ», в Центральный орган Системы сертификации средств измерений (далее – Системы).

Центральный орган Системы рассматривает заявку, назначает орган по сертификации для проведения работ по сертификации и сообщает решение Заявителю. На основании этого решения Заявитель заключает договор на проведе-

ние сертификации с органом по сертификации, который назначает испытательную лабораторию для проведения испытаний. Испытания СИ проводят аккредитованные на техническую компетентность и независимость испытательные лаборатории (центры) средств измерений по программе, утвержденной ими.

Программа испытаний устанавливает объем и сроки проведения испытаний, методы и средства испытаний средств измерений, объем и состав технической документации, количество и порядок отбора образцов. В процессе испытаний апробируется методика калибровки СИ, которая после испытаний утверждается испытательной лабораторией. Методика должна содержать рекомендации по установлению межкалибровочного интервала.

По результатам испытаний испытательная лаборатория оформляет *отчет* об испытаниях, который должен включать следующие данные:

наименование и адрес испытательной лаборатории, проводящей испытания;

ссылку на документ, на соответствие которому проводились испытания;

идентифицирующие данные испытанных образцов;

наименование и адрес изготовителя;

время и место проведения испытания;

заключение о соответствии образцов требованиям нормативных документов.

Отчет об испытаниях должен иметь дату, регистрационный номер, подписан исполнителем работ и утвержден руководителем лаборатории. К отчету обязательно прилагают программу испытаний и ведомость соответствия испытательных СИ с указанием предельных числовых значений результатов измерений и оценкой их на соответствие нормативным документам. По результатам испытаний испытательная лаборатория направляет два экземпляра отчета об испытаниях с приложениями, включая первый экземпляр, органу по сертификации и один экземпляр Заявителю.

Расходы по проведению сертификации оплачивает Заявитель. Рассмотрение апелляции по результатам сертификации осуществляется Апелляционным комитетом при Центральном органе Системы.

3.7. Контроль за выпуском, состоянием и применением средств измерений

Контроль за выпуском, состоянием и применением СИ определены Постановлением Госстандарта России от 08.02.1994 г. № 8 «Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм».

Основными задачами контроля являются:

определение соответствия выпускаемых СИ утвержденному типу;

определение состояния и правильности применения СИ;

контроль за соблюдением метрологических правил и норм в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» и действующими нормативными документами по обеспечению единства измерений. Контроль за соблюдением метрологических правил и норм при осуществлении государственного метрологического надзора проводят должностные лица Госстандарта России – главные государственные инспекторы и государственные инспекторы по обеспечению единства измерений Российской Федерации.

Проверки могут быть *целевыми* (самостоятельными или совместными), *плановыми* (периодическими), *внеплановыми* (внеочередными) и *повторными*. Плановые проверки проводятся на предприятии не реже одного раза в три года в соответствии с графиком проведения проверок соблюдения метрологических правил и норм, составленным органом Государственной метрологической службы. Внеплановые проверки проводятся по инициативе потребителей продукции, органов местного самоуправления, общества защиты прав потребителей, торговой инспекции, контрольно-надзорных органов или других органов и организаций. Повторные проверки проводятся в целях контроля выполнения предписаний органов Госнадзора, полученных предприятием по результатам предыдущей проверки.

При осуществлении государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением СИ государственные инспекторы проверяют:

- наличие и полноту перечня СИ, подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору;

- наличие документа, подтверждающего право на проведение контроля СИ силами метрологической службы данного юридического лица;

- соответствие состояния средств измерений и условий их эксплуатации установленным техническим требованиям;

- наличие документов, подтверждающих аттестацию методик выполнения измерений, основанных на СИ, подлежащих поверке, в соответствии с ГОСТ Р.8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.

- наличие сертификата об утверждении типа СИ;

- наличие документов, подтверждающих аттестацию лиц, осуществляющих поверку СИ, в качестве поверителей, органами Государственной метрологической службы;

- наличие поверительного клейма или свидетельства о поверке СИ, а также установление межповерочного интервала.

4. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1. Централизованное использование испытательного оборудования

До поступления в эксплуатацию изделие подвергается комплексу испытаний на соответствие установленным требованиям при помощи испытательно-

го оборудования, обеспечивающего контроль функционирования изделий, а также контроль и определение уровня их надежности и долговечности.

Под испытательным оборудованием понимается оборудование, создающее внешние воздействующие факторы (температуру, влажность, механические воздействия и др.). Однако это оборудование немислимо без устройств, создающих воздействия на входе испытываемых изделий, а также средств измерений и контроля. Таким образом, *испытательное оборудование* – это комплекс аппаратуры, обеспечивающий установленные состав и уровень внешних воздействий на испытываемое изделие, а также фиксацию его определяющих параметров и параметров внешней среды, в которой он находится.

В последнее время определился повышенный интерес различных предприятий и организаций к проблеме эффективной эксплуатации испытательных средств, что связано с крайне неравномерной во времени загрузкой оборудования при его децентрализованном использовании. За сравнительно небольшие промежутки времени оборудование загружается полностью или даже оказывается перегруженным, а большую часть времени оно часто используется с недогрузкой.

Для обеспечения программы испытаний каждое предприятие должно располагать оборудованием, имитирующим весь комплекс внешних воздействий, предусмотренный технической документацией, что порождает стремление оснастить предприятие всем необходимым оборудованием.

Как правило, практика руководства обеспечения испытаний сводится к проведению максимально возможного числа испытаний внутри предприятия. Если в масштабах предприятия эта точка зрения является естественной, то в масштабах отрасли и государства вопрос оснащения предприятий оборудованием и, что особенно важно, вопрос размещения и рационального его использования требует решения с привлечением технико-экономического анализа.

Необходимость такого рода анализа обусловлена высокой стоимостью оборудования; большим числом требуемого оборудования при рассредоточении его по предприятиям отрасли; недостаточной загрузкой оборудования; наличием и стоимостью оборудования, имитирующего комбинированные внешние воздействия; наличием оборудования, отвечающего современным требованиям и перспективам роста этих требований; числом инженерно-технических работников обслуживающего персонала; размером производственных площадей, занятых под оборудование; возможностью проведения специальных испытаний, вероятность повторения которых мала; централизацией метрологических проверок оборудования (особенно измерительной аппаратуры) и т.д.

Эксплуатация оборудования в различных отраслях нашей промышленности убедительно показывает, что успешное его использование практически невозможно без соответствующих квалификации и опыта работы обслуживающего персонала. Нередко это обстоятельство является определяющим. Отдельные предприятия расходуют значительные средства и время на отладку и пуск оборудования. А в ряде случаев одно предприятие прибегает к услугам другого, даже располагая испытательными средствами, но не имея специально подготовленного с достаточным опытом работы обслуживающего персонала.

Следует отметить, что содержание обслуживающего персонала особенно обременительно для сравнительно небольших предприятий, так как для его эксплуатации требуется значительное число специалистов.

Большое практическое значение имеет специализация ряда предприятий в проведении отдельных видов испытаний. В общем случае это справедливо для любого вида испытаний. Однако в первую очередь к ним должны быть отнесены испытания на удар и вибрационные нагрузки, на воздействие влаги и глубокого вакуума, а также испытания на грибоустойчивость. *Централизация* испытательных средств в значительной степени решает эти вопросы.

Математическая модель централизованного использования оборудования имеет непосредственное практическое значение, так как без такой модели невозможно определить перечень параметров, необходимых для оценки состояния и перспектив оснащения предприятий оборудованием, а также построить систему сбора и обработки данных, получаемых от предприятий.

4.2. Испытательные стенды

Номенклатура испытательных стендов обширна, а, стало быть, разнообразна. Практически любое выпускаемое промышленностью изделие проходит тот или иной стендовый контроль как в единичном, так и в серийном и массовом производстве. Еще больше значения придается стендовым испытаниям в индивидуальном, опытном и мелкосерийном производстве.

Обычный цикл испытаний можно разделить на *три* этапа. *Первый* этап – подготовка испытаний, т.е. определение их цели; подбор или проектирование необходимого испытательного оборудования и его изготовление; подбор измерительной аппаратуры; препарирование изделия (доработка соответствующих мест на изделии, для установки на нем всех необходимых приборов); подготовка технической документации. *Второй* этап – собственно испытание, *третий* – обработка экспериментальных данных и оформление результатов испытаний.

Во время испытаний сложных изделий или систем бывает необходимо получить и обработать большое количество информации о различных параметрах (общее количество измеряемых параметров доходит до нескольких тысяч). Это весьма трудоемкий процесс ложится на плечи большого количества квалифицированных инженерно-технических работников. Поэтому применение информационно-измерительных автоматизированных систем на испытательных стендах – современная задача.

Кроме того, во время испытаний отлаживают изделие (т.е. регулируют его параметры), для чего приходится управлять режимами испытаний. Для выполнения этих операций испытательные стенды оснащают автоматизированными системами управления технологическим процессом испытаний (АСУТП).

В научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (НИОКР) особое место принадлежит натурно-стендовым испытаниям. Несмотря на то, что они несколько удлиняют и удорожают процесс проектирования новых изделий, такого рода испытания гарантируют оптимальность инженерных решений, высокий уровень надежности. На основании этих испытаний

принимаются обоснованные решения по их конструкции и способам эксплуатации.

Возросшие требования к надежности, долговечности и качеству функционирования автоматики, вычислительной техники, радиотехнических устройств, изделий машиностроения заставляют проводить разнообразные испытания в условиях, приближенных к эксплуатационным. С этой целью в научно-исследовательских институтах и опытном производстве создаются специальные испытательные стенды, имитирующие внешние воздействия. Полностью, однако, воспроизвести на стенде реальные условия эксплуатации очень сложно, да это экономически нецелесообразно.

Для *климатических* испытаний обычно используют следующие испытательные стенды:

- камеры термостатирования – для выявления результатов воздействия повышенной и пониженной температуры;

- камеры влажности;

- барокамеры (для определения результатов воздействия повышенного (пониженного) давления);

- термовлагокамеры (совместное воздействие температуры и влажности) (см. приложение);

- термобарокамеры (совместное воздействие температуры и давления);

- камеры для имитации солнечной радиации, пыли, тумана;

- камеры для определения результатов воздействия бактерий и микроорганизмов.

Стенды для механических испытаний. Требования к устойчивости изделий по отношению к механическим нагрузкам значительно ужесточились за последние годы. Это связано с увеличением скоростей движения и ускорений подвижных объектов, на которых изделия транспортируются и работают. Стало быть разработчики обязаны весьма точно определять фактические механические нагрузки, действующие на изделия, чтобы добиться безотказной работы в реальных условиях эксплуатации.

Механические нагрузки зачастую являются причиной износа, деформации и поломки отдельных деталей и элементов, ухудшения технических характеристик изделий: особенно «эффективны» в этом смысле вибрации, удары и все прочее, что сопутствует транспортировке, погрузочно-разгрузочным операциям, монтажу.

Здесь необходимо учитывать то, что, как правило, мы имеем дело не с единичными нагрузками, а с их комбинацией. Скажем, с постоянно направленным ускорением, вибрационными, ударными и прочими усилиями; либо на гармонические вибрационные колебания накладываются случайные и т.д.

Для *механических* испытаний применяются:

- вибростенды – искусственная вибрация;

- ударные стенды (см. приложение) – периодическая вибрация в виде отдельных импульсов (ударов);

- копры – одиночные удары;

центрифуги – колебания (вибрации) с разными или одинаковыми частотами; при одинаковой частоте колебаний возникает плоскостная круговая вибрация;

стенды, имитирующие транспортную тряску;
акустические камеры.

Комплексные технологические стенды для испытания автоматизированных систем. Для сокращения сроков наладки и пуска автоматизированных систем управления на производственном объекте создают комплексные технологические стенды. Такой стенд разрабатывается для каждой конкретной системы и позволяет (заблаговременно) решить многие важные вопросы, которые могут возникнуть при наладке и пуске, устранить ошибки, допущенные при проектировании.

Обнаружение и устранение ошибок, связанных со сложностью сопряжения ЭВМ с техническими средствами контроля и управления объектом, требует значительного труда и времени. Поэтому устройства системы весьма тщательно испытывают на стенде в условиях, максимально приближенных к реальным, существующим на объекте. Проверяют правильность сопряжения ЭВМ с датчиками, исполнительными механизмами и устройствами отображения информации; ввод, обработку и вывод информации; алгоритмы и программы, реализуемые в системе.

В программе испытаний на стенде большое внимание уделяется проверке помехоустойчивости каналов передачи сигналов. Исследуется влияние помех, определяются области надежного функционирования системы в условиях помех и коэффициенты их подавления в каналах передачи сигналов. Определяется эффективность экранирования линий связи, выбирается наилучшее сочетание заземления экранов и цепей каналов передачи.

Комплексный технологический стенд позволяет устранить помехи, вызванные наличием электрических и магнитных помех в помещении, где установлена ЭВМ. Кроме того, можно выявить перекрестные помехи, если – таковые имеются в линиях связи входного кросса и устройств ЭВМ.

Обычно в состав описываемого технологического стенда входят полный комплекс ЭВМ, источники информации (датчики, пульта управления и т.д.), приемники сигналов управления, устройства отображения информации и имитаторы технологических процессов. Могут быть добавлены контрольно-измерительная аппаратура и имитаторы вспомогательных сигналов и помех. Имитаторы воспроизводят условия функционирования каналов передачи сигналов максимально приближенными к реальным, что позволяет проверить их на устойчивость к помехам.

Динамические испытания при наличии ЭВМ проводят с помощью имитаторов в режиме управления работой оборудования системы. Проверяют в реальном масштабе времени взаимодействие устройств ЭВМ с датчиками, исполнительными механизмами, пультами управления. Исследуется работоспособность системы при граничных условиях, эффективность технических средств подавления помех при изменении информации в каналах передачи сигналов.

Результаты испытаний позволяют усовершенствовать математическое обеспечение, скорректировать его.

По данным всех испытаний определяется окончательный вариант устройства каналов передачи информации, вырабатываются рекомендации по защите от помех.

Научно-исследовательские испытательные центры. При проектировании и разработке сложных изделий (например, авиационных силовых установок и космических аппаратов), когда невозможно обойтись без длительных разнообразных экспериментальных проверок, наиболее эффективны исследовательские испытательные центры. В них изделие проходит всесторонний контроль и наладку в условиях, максимально приближенным к эксплуатационным.

4.3. Измерительно-информационные системы

Темпы развития науки и производства прямо зависят от имеющихся средств измерений, сбора и обработки информации. Особую, решающую роль играют измерения при исследованиях, экспериментах и испытаниях. Требования к измерительной технике, применяемой на испытательных стендах, постоянно растут, постоянно увеличивается и количество регистрируемых параметров.

Измерительно-информационная система (ИИС) должна быть удобной в эксплуатации, удовлетворять требованиям высокой надежности, точности измерений и регистрации параметров, обладать достаточным для проведения технологического процесса испытания быстродействием. Реализовать все эти требования можно на различной аппаратной основе. Наиболее удобны в эксплуатации системы централизованного сбора и обработки информации с последовательным опросом измерительных цепей, включающие в свой состав ЭВМ. Наличие ЭВМ позволяет применять методы обработки практически любой сложности. Однако конечное быстродействие ЭВМ накладывает ограничение на способы измерения и организацию сбора информации, связанные с технологией испытаний в реальном масштабе времени.

Первичные преобразователи 2 преобразовывают параметры испытуемого изделия 1 в электрические сигналы. Эти сигналы часто требуется нормализовать, чтобы использовать для дальнейших преобразований в системе одну и ту же аппаратуру. Так, например, все сигналы могут быть преобразованы в напряжения постоянного тока, изменяющиеся в одинаковом диапазоне. С нормализаторов 3 сигналы поступают в аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 5 через коммутатор 4 (некоторые электрические сигналы поступают на АЦП непосредственно от испытуемого изделия, минуя нормализаторы и коммутатор). В нем информация обретает форму, в которой она может быть воспринята ЭВМ.

Рассматриваемая структура рассчитана на два уровня обработки информации: с помощью ЭВМ нижнего уровня 6 и путем использования вычислительного комплекса 9 верхнего уровня. Информация от ЭВМ нижнего уровня в

вычислительный комплекс передается по каналу дистанционной передачи данных 7 и 8.

Обработанная информация представляется оператору стенда 12, ведущему испытание, с помощью устройств представления информации 11. Для связи оператора с системой на пульте управления 10 предусматриваются устройства ввода данных в систему.

Для правильного *выбора измерительно-информационной системы* в каждом конкретном случае необходимо знать:

1. Число испытательных стендов, которые должны обслуживаться системой и их территориальное расположение.

2. Перечень параметров, контролируемых при испытании изделий на каждом из стендов; диапазоны измерения параметров; необходимую точность измерения; установившиеся и переходные режимы работы изделий, на которых осуществляются измерения.

3. Алгоритмы математической обработки данных, требования к точности вычислений и графических построения.

4. Форму представления результатов измерения.

5. Требования к надежности системы.

Исходные данные о количестве и расположении стендов необходимы для определения мест размещения модулей системы, выявления потребности в специальных устройствах для передачи информации на значительные расстояния, определения числа выносных пультов операторов – для связи с ЭВМ.

При разработке системы необходимо предусмотреть возможность ее наращивания, расширения ее функций. Предпочтительнее использовать серийно выпускаемую вычислительную технику, приборы и средства автоматизации, входящие в государственную систему промышленных приборов (ГСП). Это позволит, помимо прочего, полнее оценить надежность создаваемой системы, так как можно учесть значительный опыт эксплуатации ее компонентов.

4.4. Автоматизированные системы управления стендовыми испытаниями

За последнее десятилетие идет интенсивный процесс совершенствования управления промышленным производством на всех его уровнях. Особенность этого процесса во все более широком использовании для управления современных математических методов и новейших средств автоматизации, включая вычислительную технику. В результате на многих предприятиях появились автоматизированные системы управления различными объектами. Наибольшее распространение получили АСУ в управлении объектами нижнего уровня (установка, агрегат, участок), непосредственно управляющие технологическим оборудованием и проходящими в нем процессами; они получили название автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Применяемые в различных отраслях АСУ ТП различны как по реализуемым алгоритмам, так и по составу технических средств. Но в целом АСУ ТП – это система, обеспечивающая управление технологическим процессом в реаль-

ном масштабе времени по заданным технико-экономическим критериям и представляющая собой совокупность методов оптимизированного управления, аппаратуры управления и управляющего оперативного персонала.

Применение АСУ ТП на испытательных стендах – несущая необходимость сегодняшнего дня. В условиях возрастающей единичной мощности технологических агрегатов и производств оно явится мощным средством повышения качества управления. Использование его на испытательных стендах серийного и опытного производства намного повышает эффективность производства и качество выпускаемых изделий. Отметим здесь необходимо следующее:

1. Отсутствие визуальных измерений и ручного управления повышает степень объективности испытаний.
2. Возрастает достоверность данных при том, что значительно возрастает количество измерений и контролируемых параметров.
3. Увеличиваются надежность и ресурс изделий, поскольку уменьшаются погрешности измерений, оптимизируются процесс отладки, в меньшей степени существенно вырабатывается ресурс при испытаниях.
4. Уменьшается время на отладку, измерения и обработку данных.
5. Оптимизация испытаний осуществляется на основе информационных моделей, современных математических методов оптимальной оценки характеристик изделий и дистанционной корректировки установок регуляторов.
6. Снижаются трудоемкость испытаний и энергетические расходы.
7. Человек не работает в опасных или вредных условиях.
8. Повышается производительность труда.
9. При управлении процессом учитывается динамика производственного плана для выпускаемой номенклатуры изделий (путем оперативной перестройки режимов технологического оборудования, перераспределения работ на однотипном оборудовании и т.п.).
10. Снижаются затраты на капитальное строительство, так как благодаря вышеперечисленному увеличивается выпуск продукции с одних и тех же производственных мощностей.

Конкретные функции, которые выполняет АСУ ТП, зависят от характера и сложности управляемого процесса, а также от технических возможностей самой АСУ ТП. Это могут быть:

1. Сбор и обработка информации о состоянии технологического процесса и испытываемом изделии.
 2. Контроль и идентификация процесса испытаний.
 3. Стабилизация и регулирование, в том числе многосвязное.
 4. Логико-программное (в том числе мультипрограммное) управление
 5. Поиск оптимальных решений и оптимальное управление.
 6. Расчет технико-экономических показателей технологического процесса испытаний.
 7. Анализ и предотвращение аварийных ситуаций.
 8. Техническая диагностика отдельных частей и системы в целом.
- Вообще АСУ ТП стендовых испытаний изделий является развитием

измерительно-информационных систем. Поэтому в любой АСУ ТП органично присутствует ИИС, решающая основную задачу эксперимента (измерение, сбор и обработка информации).

Большинство АСУ ТП, которые созданы и создаются в настоящее время не автоматические, а автоматизированные. В них еще велика роль оператора, который либо сам принимает решения в соответствии с информацией, представляемой ему вычислительной машиной, либо оценивает и реализует решение, выработанное ЭВМ.

Весьма важно, что АСУ ТП, решая самостоятельно задачу повышения эффективности отдельных производственных процессов, одновременно создают информационную и техническую базу автоматизированной системы управления производством и предприятия в целом. В этом аспекте решающая роль принадлежит комплексам АСУ ТП, которые кроме непосредственного управления технологическими процессами, могут решать весь комплекс задач организационного управления соответствующим подразделением.

Любая современная АСУ ТП представляет собой развитую человеко-машинную систему с достаточно сложной структурой. Чтобы полно описать эту систему практически недостаточно привести какую-нибудь одну структуру данной АСУ ТП. Под структурой АСУ ТП понимают совокупность ее составных частей (элементов) и взаимосвязей между ними. Обычно строение АСУ ТП характеризуют тремя структурами: функциональная, техническая и организационная.

В наиболее общем случае АСУ ТП представляет собой замкнутую систему управления (рис.2). Технический процесс испытания на стенде можно определить следующими параметрами:

1. Измеряемые параметры $X_1, X_2 \dots X_n$, к которым относятся: нерегулируемые параметры, зависящие от внешних факторов; выходные параметры, характеризующие качество изделия и эффективность управляемого процесса и др.

2. Регулируемые параметры $Y_1, Y_2 \dots Y_n$, которые могут изменяться в ходе процесса соответствующими исполнительными механизмами.

На вход ЭВМ поступает измерительная информация о текущих значениях параметров $X_1, X_2, \dots X_n$. Машина обрабатывает эту информацию в соответствии с заданным алгоритмом управления и определяет управляющие воздействия $U_1, U_2 \dots U_m$, которые нужно приложить к исполнительным механизмам (ИМ) для изменения регулируемых параметров $Y_1, Y_2 \dots Y_n$. Изменением регулируемых параметров оптимизируется процесс испытания.

Сигналы измерительных первичных преобразователей, как правило, непрерывные. Они представляют собой изменение электрического напряжения, тока и т.п. Подводимые к ИМ управляющие воздействия также вырабатываются в аналоговой форме.

Но ЭВМ оперирует с дискретными (цифровыми) величинами. Поэтому поступающие на ее вход $X_1, X_2 \dots X_n$ предварительно преобразовываются в цифровую форму, а вырабатываемые ею цифровые значения управляющих воздействий вновь преобразуются, но уже из цифровой формы в аналоговую.

Некоторые входные и выходные сигналы имеют релейный характер (сигналы конечных выключателей, сигналы включения различных приводов и механизмов и т.п.).

Таким образом, система автоматического управления с ЭВМ должна содержать на входе аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), а на выходе – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Чтобы уменьшить объем оборудования, датчики (Д) подключаются к АЦП поочередно через коммутатор. Полученный на выходе АЦП код вводится в запоминающее устройство ЭВМ.

Коммутатор на выходе ЭВМ обеспечивает передачу в нужную цепь цифрового кода управляющего воздействия для преобразования его в соответствующий аналоговый сигнал. Управляющее воздействие в цепи фиксируется специальной схемой, пока в следующем цикле управления ЭВМ не выработает новое значение управляющего воздействия.

4.5. Аттестация испытательного оборудования

Основная цель аттестации испытательного оборудования – подтверждение возможности воспроизведения условий испытаний в пределах допускаемых отклонений и установление пригодности использования испытательного оборудования в соответствии с его назначением.

Точность воспроизведения условий испытаний – совокупность воздействующих факторов и режимов функционирования объекта – является важнейшей предпосылкой обеспечения установленной точности результатов испытаний. **Аттестация испытательного оборудования**, функцией которого является воспроизведение требуемых условий испытаний, предполагает определение нормированных точностных характеристик оборудования, их соответствия требованиям НД. Под нормированными точностными характеристиками испытательного оборудования понимаются установленные в НД характеристики, определяющие возможности оборудования воспроизводить и поддерживать условия испытаний в заданных диапазонах с допускаемыми отклонениями и стабильностью в течение установленного срока.

Основные положения и порядок проведения аттестации испытательного оборудования устанавливает ГОСТ Р 8.568-97.

Различают следующие **виды** аттестации:

1. **первичная**, осуществляемая при вводе в эксплуатацию испытательного оборудования ;
2. **периодическая**, проводимая в процессе эксплуатации испытательного оборудования через интервалы времени, установленные в эксплуатационной документации на испытательное оборудование как при его первичной аттестации (интервалы времени могут быть установлены по результатам контроля состояния испытательного оборудования в процессе его эксплуатации ; для различных частей испытательного оборудования эти интервалы могут быть различны);

3. **повторная**, которой подвергается испытательное оборудование в случае его ремонта и модернизации, проведения работ с фундаментом, на котором оно установлено, перемещения стационарного испытательного оборудования и других причин, которые могут вызвать изменения характеристик воспроизведения условий испытаний.

Для аттестации испытательного оборудования, используемого при обязательной сертификации продукции, при испытаниях продукции на соответствие обязательным требованиям государственных стандартов и при производстве продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд, должны применяться СИ утвержденных типов в соответствии с ПР 50.2.009-94, экземпляры СИ должны быть поверены, методики выполнения измерений должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Первичная аттестация испытательного оборудования заключается в экспертизе эксплуатационной и проектной документации (при наличии последней), на основании которой выполнена установка испытательного оборудования; экспериментальном определении его технических характеристик и подтверждении пригодности использования испытательного оборудования. Она проводится **комиссией** в соответствии с действующими нормативными документами на методики аттестации определенного вида испытательного оборудования и (или) по программам и методикам аттестации конкретного оборудования. Первичную аттестацию могут также проводить **организации**, аккредитованные на право проведения такой работы. Результаты первичной аттестации оформляют **протоколом**. Сведения о выданном аттестате (номер и дата выдачи), полученные значения характеристик испытательного оборудования, а также сроки следующей периодической аттестации и периодичность ее проведения в процессе эксплуатации вносят в **формуляр** или специально заведенный **журнал**.

Периодическую аттестацию испытательного оборудования проводят сотрудники подразделения в объеме, необходимом для подтверждения соответствия характеристик оборудования требованиям НД.

Результаты периодической аттестации испытательного оборудования оформляют **протоколом**, который утверждает руководитель подразделения.

При **повторной аттестации** номенклатуру проверяемых характеристик испытательного оборудования и объем операций устанавливают исходя из тех нормированных характеристик, которые могут существенно измениться.

4.6. Аккредитация испытательных центров

В соответствии с руководством ИСО/МЭК 2, содержащим общие термины и определения в области стандартизации и смежных видов деятельности, аккредитация центров (лабораторий) определяется как офи-

циальное признание того, что испытательная лаборатория правомочна осуществлять конкретные испытания. Аккредитация возможна только после того, как орган по аккредитации удостоверится, что отдельная лаборатория удовлетворяет определенным, разработанным им критериям.

Системой аккредитации называется система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для осуществления аккредитации лабораторий. **Основные процедуры** аккредитации заключаются в следующем: первичная оценка деятельности лабораторий комиссией, состоящей из квалифицированных экспертов, и выдача лаборатории документа об аккредитации; переоценка деятельности лаборатории через определенные промежутки времени; участие лаборатории в какой-либо контрольной программе, позволяющей получить гарантии достоверности результатов испытаний.

Аккредитация лабораторий является действенным средством в подтверждении компетентности лаборатории и, как правило, обеспечивает удовлетворение требований и правительства, и промышленности, и торговли. В то же время аккредитация не позволяет оценивать конкретные свойства конкретной продукции. Утверждение о том, что изделие удовлетворяет каким-либо определенным требованиям, является результатом функционирования системы сертификации. Это свидетельствует о том, что сферы действия аккредитации лабораторий и сертификации продукции разделены, хотя без аккредитации лабораторий не может быть сертификации продукции.

Системы аккредитации могут иметь самые разнообразные формы до тех пор, пока не возникнет необходимости в удовлетворении конкретных потребностей на национальном или каком-либо ином уровне (региональном, отраслевом и др.). Для создания национальных, региональных или, тем более, международных систем аккредитации необходимо гармонизировать критерии аккредитации уже существующих систем. Ряд стран, имеющих системы аккредитации или желающих создать их, объединяют свои усилия в целях разработки единых стандартов, позволяющих оценивать компетентность лаборатории. Принятие международных стандартов на национальном уровне обеспечивает возможность признания лаборатории на международном уровне.

Аккредитация испытательных лабораторий на основе согласованных на международном уровне принципов и процедур является важнейшим шагом для установления взаимного доверия к результатам испытаний, а следовательно, дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества в области торговли.

Деятельность различных стран в область аккредитации испытательных лабораторий отличается многообразием форм. Зачастую даже в одной стране существует большое количество систем аккредитации, что приводит к необходимости проведения многократной аккредитации одной и той же испытательной организации в целях ее допуска к проведению определенных видов испытаний для конкретных видов продукции.

Создание единой национальной системы аккредитации испытательных лабораторий, а в лучшем случае – региональной или международной позволит значительно сократить или совсем снять существующие трудности. Первым шагом в создании единых систем аккредитации лабораторий является заключение двухсторонних соглашений по признанию результатов испытаний на уровне испытательных лабораторий или правительственных органов. Второй шаг – это аккредитация зарубежной лаборатории в национальной системе какой-либо страны. И, наконец, третьим шагом является взаимное признание непосредственно различных систем аккредитации в разных странах, включая национальные системы, на двухсторонней или многосторонней основе вплоть до создания международных систем аккредитации.

Одной из международных организаций, способствующих расширению сотрудничества в области взаимного признания результатов испытаний и аккредитации лабораторий в целях снижения технических барьеров в торговле, является Международная конференция по аккредитации лабораторий (ИЛАК). Ее деятельность посвящена гармонизации критериев аккредитации испытательных лабораторий, а также сбору, анализу и распространению информации о существующих в различных странах и на международном уровне системах аккредитации.

В работе ИЛАК участвуют специалисты по аккредитации из различных стран и международных организаций, которые ранее ежегодно, а в настоящее время один раз в два года собираются на свои заседания, где проводятся обсуждения важных в области аккредитации вопросов, обмен опытом, регистрация в ИЛАК новых членов, разработка проектов организационно-методических документов и рекомендация их к утверждению в рамках международных организаций.

По проектам, разработанным ИЛАК, были приняты некоторые международные документы, касающиеся вопросов аккредитации испытательных лабораторий. Среди них руководства ИСО/МЭК49, ИСО/МЭК54, ИСО/МЭК55.

В Международной организации по стандартизации (ИСО) вопросами развития испытательной деятельности и аккредитации лабораторий занимается комитет по оценке соответствия (КАСКО), который утвердил ряд взаимосвязанных и в идеологическом плане последовательных документов по аккредитации лабораторий.

К таким документам относится, например, руководство ИСО/МЭК2 «Общие термины и определения в области стандартизации и смежных видов деятельности». Оно содержит основные термины и определения в области аттестации и аккредитации испытательных лабораторий, дает определения критериев аккредитации и органов по аккредитации, испытательных лабораторий и межлабораторных сравнительных испытаний. Руководство ИСО/МЭК2 является основополагающим для развития таких важных работ, как работы по сертификации продукции и аккредитации испытательных лабораторий на различных уровнях.

В руководстве ИСО/МЭК 25 “Общие требования к оценке технической компетентности испытательных лабораторий” устанавливаются основные требования, предъявляемые к испытательным лабораториям с юридической, технической, организационной и профессиональной точек зрения. Особое внимание следует обратить на необходимость действия в лаборатории системы обеспечения качества, что значительно повышает уровень доверия к проводимым лабораторией испытаниям. Важным моментом в деятельности испытательной лаборатории является ее метрологическое обеспечение. В противном случае достоверность результатов испытаний проверяется с помощью метода межлабораторных сравнительных испытаний.

Руководство ИСО/МЭК 38 “Общие требования к приемке испытательных лабораторий” – следующий документ, рассчитанный на использование органами по аккредитации и сертификации, а также другими правительственными и неправительственными органами, занимающимися вопросами приемки, признания или утверждения испытательных лабораторий, описываются процедуры и регламенты –приемки испытательных лабораторий.

На основе руководства ИСО/МЭК 43 “Организация и проведение проверки на компетентность” осуществляется помощь органам по приемке испытательной лаборатории в проведении ее проверки на компетентность с помощью межлабораторных испытаний. Помимо этого, приводится описание факторов, на которые необходимо обратить внимание при проверке на компетентность, а также даются рекомендации по использованию результатов проверки.

Руководство ИСО/МЭК 45 “Руководящие положения по представлению результатов испытаний” устанавливает требования на представление результатов испытаний и другой информации.

В руководстве ИСО/МЭК 49 “Руководящие положения по разработке Руководства по качеству для испытательной лаборатории” приводятся конкретные требования, которые необходимо предъявлять к системе обеспечения качества испытательной лаборатории. Оно дополняет руководство ИСО/МЭК 25 в вопросах, относящихся к системам обеспечения качества. Указывается, что эффективность от наличия системы обеспечения качества заключается не в самом факте ее разработки, а в точном ее применении сверху донизу.

Руководство ИСО/МЭК 54 “Общие требования к приемке органов по аккредитации” распространяется на органы, осуществляющие аттестацию и аккредитацию испытательных лабораторий и признанные на национальном или международном уровнях. Описываются права и обязанности органов по аккредитации, необходимость разработки ими программы обеспечения качества, отвечающей виду, масштабу и объему выполняемых работ. Кроме того, орган по аккредитации должен вырабатывать свою политику в отношении всех организаций, участвующих в деятель-

ности по аккредитации, уметь четко разграничивать работы по аккредитации от работ по сертификации.

В руководстве ИСО/МЭК 55 “ Системы аккредитации испытательных лабораторий. Общие требования к управлению деятельностью” описываются функции, которые должны осуществляться органами по аккредитации всей системой в целом при выполнении работ по аттестации и дальнейшей аккредитации лабораторией, Особое значение придается квалификации экспертов, занимающихся аккредитацией, и дальнейшему надзору за деятельностью аккредитованной лаборатории.

Руководства ИСО/МЭК, описывающие деятельность в области аккредитации испытательных лабораторий, выстроены в определенном иерархическом порядке “снизу – вверх” – от функций отдельной испытательной лаборатории до управленческой деятельности в рамках всей системы, охватывая все виды ее деятельности.

4.7. Порядок аккредитации государственных центров испытаний средств измерений

Испытания СИ для целей утверждения их типа проводятся государственными научными метрологическими центрами Госстандарта России и органами ГМС, аккредитованными в качестве ГЦИ СИ. Аккредитация ГЦИ СИ в системе является официальным признанием их компетентности в проведении работ, связанных с испытаниями типа СИ и его утверждением в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений. При аккредитации ГЦИ СИ выдается аттестат аккредитации с приложением к нему, устанавливающим область аккредитации. Срок действия аттестата аккредитации не должен превышать трех лет.

Аккредитацию ГЦИ СИ проводят комиссии, назначенные Госстандартом России. Научно-методическое руководство работами по аттестации и аккредитации ГЦИ СИ, а также регистрацию аккредитованных ГЦИ СИ осуществляет ВНИИМС.

Порядок аккредитации ГЦИ СИ определен Правилами по метрологии “Требования к государственным центрам испытаний средств измерений и порядок их аккредитации” (ПР50.2.010 введены 1994 03 01). Для проведения аккредитации ГЦИ СИ подает заявку в Управление Госстандарта России, руководящее работами по испытаниям средств для целей утверждения типа. Одновременно с заявкой направляют проект положения о ГЦИ СИ, паспорт, руководство по качеству ГЦИ СИ.

После получения заявки и документации заявителю направляется проект договора, в котором определяются объемы, этапы, сроки и стоимость работ по аккредитации, а также сообщается организациям, участвующим в аккредитации, ориентировочные сроки работы аттестационной комиссии для выделения полномочных представителей в состав комиссии.

В соответствии с календарным планом договора ВНИИМС проводит экспертизу документации. Срок проведения экспертизы – не более одного месяца со дня получения документов. При наличии замечаний документы возвращаются заявителю на доработку.

После завершения работы комиссии акт с откорректированным по замечаниям комиссии комплектом документов председатель комиссии направляет во ВНИИМС, который в десятидневный срок проводит экспертизу материалов. При положительном решении Управление Госстандарта России представляет аттестат аккредитации и Положение на утверждение заместителю Председателя Госстандарта России по метрологии. После их утверждения ВНИИМС проводит регистрацию ГЦИ СИ в Государственном реестре СИ, формирует дело ГЦИ СИ и направляет аттестат заявителю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Испытательная деятельность – важная составная часть процесса повышения качества, технического уровня и конкурентоспособности продукции, приобретающего огромное значение в мировой экономике. Высокое качество и надежность гарантируют завоевание рынка сбыта. Однако определенным тормозом как во внешней, так и во внутренней торговле является недоверие со стороны потребителя к характеристикам продукции. В целях устранения этого недоверия изготовитель или поставщик проводит испытания продукции в независимых испытательных центрах и лабораториях.

В свою очередь на стандартизацию и сертификацию воздействует фактор государственного регулирования таких показателей качества продукции, как эксплуатационная безопасность и экологическая чистота. Испытания в рамках систем обязательной сертификации проводятся, как – правило, на соответствие этим двум показателям.

Другая особенность испытательной деятельности заключается в том, что она регламентируется требованиями аккредитации. В большинстве странах функционируют национальные системы аккредитации, позволяющие обеспечить надлежащий уровень проверки продукции, которую они проводят в испытательных центрах и лабораториях.

Развитие международной торговли и стремление к преодолению технических барьеров в данной области привели к созданию международных и региональных систем сертификации продукции. Это также накладывает отпечаток на деятельность по испытаниям в странах, так как она попадает под действие гармонизированных международных систем аккредитации испытательных центров и лабораторий.

Приложение

Характеристики ударных стендов

Тип стенда	Грузоподъемность, Н	Число ударов в минуту	Максимальное ускорение, g	Длительность, мс
УУ-50/150	5000	20...120	150	40
УУ-5/1000	50	5... 80	1000	1,5 ... 20
ТТ-50/500	500	10 ... 120	500	0,6 ... 20
К-5-1000	50		1000	0,5 ... 10
УУЭ-2/200	20	20 ... 80	200	1,5 ... 12
УУЭ-20/200	200	5 ... 80	500	1,5 ... 40
УУЭ-1/6000	10	5	6000	0,1 ... 1,0
К-5/3000	50		3000	0,4 ... 11
К-2/3000	20		3000	0,4 ... 12

Характеристики термовлагокамер

Т и п	Рабочий объем, м	Диапазон температуры, °С	Относительная влажность, %	Точность поддержания	
				Температура, °С	относительная влажность, %
КТВ-0,15-155	0,15	до 155	98	± 5	± 3
КТВ-0,4-155	0,4	до 155	98	± 2	± 3
КТВ-0,025	0,025	25 ... 100	98	± 1	± 3

КТВ-0,1-90	0,1	25 ... 90	40 ... 98	± 2	± 3
КТВ-0,5/100	0,5	25 ... 100	65 ... 98	± 2	± 3
КТХВ-0,1-10/90	0,1	-10...+90	40 ... 98	± 2	± 3
КТХВ-0,5-10/100	0,5	- 10...+100	65 ... 98	± 2	± 3

Литература

1. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством: Учеб. для вузов.- М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. Шишкин и.ф. Прикладная метрология: Учеб. пособие.- М.: ВЗПИ, 1990.
3. Жутовский В.Л. Испытания средств измерений. Организация и порядок проведения: Справочное пособие.- М.: Изд-во стандартов, 1991.
4. Костылев Ю.С., Лосицкий О.Г. Испытания продукции.- М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. Томсон Н.Г. Системы испытаний и испытательные центры.- М.:ВНИИКИ, 1990.
6. Волок В.П. Испытательные стенды.- М.: Знание, 1980.
7. Тищенко Ю.И. Система государственных испытаний средств измерений.- М.: ВИСМ, 1990.
8. Синотов А.Г. Государственные испытания промышленной продукции. Аттестация испытательного оборудования.- М.: ВИСМ, 1986.
9. Хейфиц М.И. Обработка результатов испытаний.- М.: Машиностроение, 1988.
10. Шишкин И.Ф., Яншин В.Н. Прикладная метрология: Учеб.для вузов. 3-е изд. перераб. и доп.- М.: РИЦ "Татьянин день", 1993.
11. ПР 50.2.009-94 "ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений".
12. ПР 50.2.010-94 "ГСИ. Требования к государственным центрам испытаний средств измерений и порядок их аккредитации".
13. МИ 2146-95. ГСИ. Порядок разработки и содержания программ испытаний средств измерений для целей утверждения их типа.
14. Руководство ИСО/МЭК 25. Общие требования к оценке технической компетентности испытательных лабораторий.
15. МИ 2100-90. ГСИ. Нормирование трудоемкости метрологических работ.
16. ГОСТ Р 8.568-97. ГСИ. Аттестация испытательного оборудования.
17. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Введение	4
1. Система испытаний продукции	
1.1. Основные положения системы испытаний продукции	5
1.2. Организации по испытаниям продукции	8
2. Метрологическое обеспечение – основа единства испытаний	
2.1. Основные характеристики процесса испытаний	11
2.2. Общие требования обеспечения единства испытаний	13
2.3. Точность и воспроизводимость результатов испытаний	14
2.4. Требования к представлению, обработке данных, оценки точности и оформлению результатов испытаний	16
3. Испытания средств измерений	
3.1. Система испытаний и утверждения типа средств измерений	18
3.2. Испытания средств измерений для целей утверждения типа	19
3.3. Сертификационные испытания	22
3.4. Испытания на соответствие средств измерений утвержденному типу	23
3.5. Порядок регистрации типов средств измерений	24
3.6. Правила и порядок проведения сертификации средств измерений	25
3.7. Контроль за выпуском, состоянием и применением средств измерений	26
4. Испытательное оборудование	
4.1. Централизованное использование испытательного оборудования	28
4.2. Испытательные стенды	30
4.3. Измерительно-информационные системы	33
4.4. Автоматизированные системы управления стендовыми испытаниями	36
4.5. Аттестация испытательного оборудования	40
4.6. Аккредитация испытательных центров	42
4.7. Порядок аккредитации государственных центров испытаний средств измерений	46
Заключение	47
Приложение	49
Литература	50