

Казанский федеральный университет

Инженерный институт

кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями

Метрология.

Составитель:

Жилкин Михаил Евгеньевич

2020

Содержание

<u>Лекция 1</u>	3
Метрология	
<u>Лекция 2</u>	36
Метрологическое обеспечение, его основы	
<u>Лекция 3</u>	50
Метрология, стандартизация и сертификация	
<u>Лекция 4</u>	58
Сертификация	
<u>Лекция 5</u>	83
Методы стандартизации	
<u>Лекция 6</u>	92
Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей	
<u>Лекция 7</u>	99
Критерий Фишера	
<u>Лекция 8</u>	104
Точный критерий Фишера	
Список литературы.	108
Глоссарий	109

Лекция 1.

Метрология

1. Предмет и задачи метрологии

С течением мировой истории человеку приходилось измерять различные вещи, взвешивать продукты, отсчитывать время. Для этой цели понадобилось создать целую систему различных измерений, необходимую для вычисления объема, веса, длины, времени и т. п. Данные подобных измерений помогают освоить количественную характеристику окружающего мира. Крайне важна роль подобных измерений при развитии цивилизации. Сегодня никакая отрасль народного хозяйства не могла бы правильно и продуктивно функционировать без применения своей системы измерений. Ведь именно с помощью этих измерений происходит формирование и управление различными технологическими процессами, а также контролирование качества выпускаемой продукции. Подобные измерения нужны для самых различных потребностей в процессе развития научно—технического прогресса: и для учета материальных ресурсов и планирования, и для нужд внутренней и внешней торговли, и для проверки качества выпускаемой продукции, и для повышения уровня защиты труда любого работающего человека. Несмотря на многообразие природных явлений и продуктов материального мира, для их измерения существует такая же многообразная система измерений, основанных на очень существенном моменте – сравнении полученной величины с другой, ей подобной, которая однажды была принята за единицу. При таком подходе физическая величина расценивается как некоторое число принятых для нее единиц, или, говоря иначе, таким образом получается ее значение. Существует наука, систематизирующая и изучающая подобные единицы измерения, – метрология. Как правило, под метрологией подразумевается наука об измерениях, о существующих средствах и методах, помогающих соблюсти принцип их единства, а также о способах достижения требуемой точности.

Происхождение самого термина «метрология» возводя! к двум греческим словам: *metron*, что переводится как «мера», и *logos* – «учение». Бурное развитие метрологии пришлось на конец XX в. Оно неразрывно связано с развитием новых технологий. До этого метрология была лишь описательным научным предметом. Следует отметить и особое участие в создании этой дисциплины Д. И. Менделеева, которому подевалось вплотную заниматься метрологией с 1892 по 1907 гг... когда он руководил этой отраслью российской науки. Таким образом, можно сказать, что метрология изучает:

1) методы и средства для учета продукции по следующим показателям: длине, массе, объему, расходу и мощности;

2) измерения физических величин и технических параметров, а также свойств и состава веществ;

3) измерения для контроля и регулирования технологических процессов.

Выделяют несколько основных направлений метрологии:

1) общая теория измерений;

2) системы единиц физических величин;

3) методы и средства измерений;

4) методы определения точности измерений;

5) основы обеспечения единства измерений, а также основы единообразия средств измерения;

6) эталоны и образцовые средства измерений;

7) методы передачи размеров единиц от образцов средств измерения и от эталонов рабочим средствам измерения. Важным понятием в науке метрологии является единство измерений, под которым подразумевают такие измерения при которых итоговые данные получают в узаконенных единицах, в то время как погрешности данных измерений получены с заданной вероятностью. Необходимость существования единства измерений

вызвана возможностью сопоставления результатов различных измерений, которые были проведены в различных районах, в различные временные отрезки, а также с применением разнообразных методов и средств измерения.

Следует различать также объекты метрологии:

- 1) единицы измерения величин;
- 2) средства измерений;
- 3) методики, используемые для выполнения измерений и т. д.

Метрология включает в себя: во—первых, общие правила, нормы и требования, во—вторых, вопросы, нуждающиеся в государственном регламентировании и контроле. И здесь речь идет о:

- 1) физических величинах, их единицах, а также об их измерениях;
- 2) принципах и методах измерений и о средствах измерительной техники;
- 3) погрешностях средств измерений, методах и средствах обработки результатов измерений с целью исключения погрешностей;
- 4) обеспечении единства измерений, эталонах, образцах;
- 5) государственной метрологической службе;
- 6) методике поверочных схем;
- 7) рабочих средствах измерений.

В связи с этим задачами метрологии становятся: усовершенствование эталонов, разработка новых методов точных измерений, обеспечение единства и необходимой точности измерений.

2. Термины

Очень важным фактором правильного понимания дисциплины и науки метрология служат используемые в ней термины и понятия. Надо сказать, что, их правильная формулировка и толкование имеют первостепенное значение, так как восприятие каждого человека индивидуально и многие, даже общепринятые термины, понятия и определения он трактует по—своему, используя свой жизненный опыт и следуя своим инстинктам, своему жизненному кредо. А для метрологии очень важно толковать термины однозначно для всех, поскольку такой подход дает возможность оптимально и целиком понимать какое—либо жизненное явление. Для этого был создан специальный стандарт на терминологию, утвержденный на государственном уровне. Поскольку Россия на сегодняшний момент воспринимает себя частью мировой экономической системы, постоянно идет работа над унификацией терминов и понятий, создается международный стандарт. Это, безусловно, помогает облегчить процесс взаимовыгодного сотрудничества с высокоразвитыми зарубежными странами и партнерами. Итак, в метрологии используются следующие величины и их определения:

- 1) физическая величина, представляющая собой общее свойство в отношении качества большого количества физических объектов, но индивидуальное для каждого в смысле количественного выражения;
- 2) единица физической величины, что подразумевает под собой физическую величину, которой по условию присвоено числовое значение, равное единице;
- 3) измерение физических величин, под которым имеется в виду количественная и качественная оценка физического объекта с помощью средств измерения;
- 4) средство измерения, представляющее собой техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики. К ним относятся измерительный прибор, мера, измерительная система, измерительный преобразователь, совокупность измерительных систем;
- 5) измерительный прибор представляет собой средство измерений, вырабатывающее информационный сигнал в такой форме, которая была бы понятна для непосредственного восприятия наблюдателем;

6) мера – также средство измерений, воспроизводящее физическую величину заданного размера. Например, если прибор аттестован как средство измерений, его шкала с оцифрованными отметками является мерой;

7) измерительная система, воспринимаемая как совокупность средств измерений, которые соединяются друг с другом посредством каналов передачи информации для выполнения одной или нескольких функций;

8) измерительный преобразователь – также средство измерений, которое производит информационный измерительный сигнал в форме, удобной для хранения, просмотра и трансляции по каналам связи, но не доступной для непосредственного восприятия;

9) принцип измерений как совокупность физических явлений, на которых базируются измерения;

10) метод измерений как совокупность приемов и принципов использования технических средств измерений;

11) методика измерений как совокупность методов и правил, разработанных метрологическими научно—исследовательскими организациями, утвержденных в законодательном порядке;

12) погрешность измерений, представляющую собой незначительное различие между истинными значениями физической величины и значениями, полученными в результате измерения;

13) основная единица измерения, понимаемая как единица измерения, имеющая эталон, который официально утвержден;

14) производная единица как единица измерения, связанная с основными единицами на основе математических моделей через энергетические соотношения, не имеющая эталона;

15) эталон, который имеет предназначение для хранения и воспроизведения единицы физической величины, для трансляции ее габаритных параметров нижестоящим по поверочной схеме средствам измерения. Существует понятие «первичный эталон», под которым понимается средство измерений, обладающее наивысшей в стране точностью. Есть понятие «эталон сравнений», трактуемое как средство для связи эталонов межгосударственных служб. И есть понятие «эталон—копия» как средство измерений для передачи размеров единиц образцовым средствам;

16) образцовое средство, под которым понимается средство измерений, предназначенное только для трансляции габаритов единиц рабочим средствам измерений;

17) рабочее средство, понимаемое как «средство измерений для оценки физического явления»;

18) точность измерений, трактуемая как числовое значение физической величины, обратное погрешности, определяет классификацию образцовых средств измерений. По показателю точности измерений средства измерения можно разделить на: наивысшие, высокие, средние, низкие.

3. Классификация измерений

Классификация средств измерений может проводиться по следующим критериям.

1. **По характеристике точности** измерения делятся на равноточные и неравноточные.

Равноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

Неравноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

2. **По количеству измерений** измерения делятся на однократные и многократные.

Однократное измерение – это измерение одной величины, сделанное один раз. Однократные измерения на практике имеют большую погрешность, в связи с этим рекомендуется для уменьшения погрешности выполнять минимум три раза измерения такого типа, а в качестве результата брать их среднее арифметическое.

Многократные измерения – это измерение одной или нескольких величин, выполненное четыре и более раз. Многократное измерение представляет собой ряд однократных измерений. Минимальное число измерений, при котором измерение может считаться многократным, – четыре. Результатом многократного измерения является среднее арифметическое результатов всех проведенных измерений. При многократных измерениях снижается погрешность.

3. **По типу изменения величины** измерения делятся на статические и динамические.

Статические измерения – это измерения постоянной, неизменной физической величины. Примером такой постоянной во времени физической величины может послужить длина земельного участка.

Динамические измерения – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. **По назначению** измерения делятся на технические и метрологические.

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

5. **По способу представления результата** измерения делятся на абсолютные и относительные.

Абсолютные измерения – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы.

Относительные измерения – это измерения, при которых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей). Результат измерения будет зависеть от того, какая величина принимается за базу сравнения.

6. **По методам получения результатов** измерения делятся на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые измерения – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

Косвенные измерения – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений, и некоторой известной зависимости между данными значениями и измеряемой величиной.

Совокупные измерения – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений, которая составлена из уравнений, полученных вследствие измерения возможных сочетаний измеряемых величин.

Совместные измерения – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

4. Единицы измерения

4. Единицы измерения

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была утверждена Международная система единиц (СИ).

В основе Международной системы единиц лежат семь единиц, охватывающих следующие области науки: механику, электричество, теплоту, оптику, молекулярную физику, термодинамику и химию:

- 1) единица длины (механика) – **метр**;
- 2) единица массы (механика) – **килограмм**;
- 3) единица времени (механика) – **секунда**;
- 4) единица силы электрического тока (электричество) – **ампер**;
- 5) единица термодинамической температуры (теплота) – **кельвин**;
- 6) единица силы света (оптика) – **кандела**;
- 7) единица количества вещества (молекулярная физика, термодинамика и химия) –

моль.

В Международной системе единиц есть дополнительные единицы:

- 1) единица измерения плоского угла – **радиан**;
- 2) единица измерения телесного угла – **стерадиан**. Таким образом, посредством принятия Международной системы единиц были упорядочены и приведены к одному виду единицы измерения физических величин во всех областях науки и техники, так как все остальные единицы выражаются через семь основных и две дополнительных единицы СИ. Например, количество электричества выражается через секунды и амперы.

5. Основные характеристики измерений

Выделяют следующие основные характеристики измерений:

- 1) метод, которым проводятся измерения;
- 2) принцип измерений;
- 3) погрешность измерений;
- 4) точность измерений;
- 5) правильность измерений;
- 6) достоверность измерений.

Метод измерений – это способ или комплекс способов, посредством которых производится измерение данной величины, т. е. сравнение измеряемой величины с ее мерой согласно принятому принципу измерения.

Существует несколько критериев классификации методов измерений.

1. По способам получения искомого значения измеряемой величины выделяют:

- 1) прямой метод (осуществляется при помощи прямых, непосредственных измерений);
- 2) косвенный метод.

2. По приемам измерения выделяют:

- 1) контактный метод измерения;
- 2) бесконтактный метод измерения. **Контактный метод измерения** основан на непосредственном контакте какой-либо части измерительного прибора с измеряемым объектом.

При **бесконтактном методе измерения** измерительный прибор не контактирует непосредственно с измеряемым объектом.

3. По приемам сравнения величины с ее мерой выделяют:

- 1) метод непосредственной оценки;
- 2) метод сравнения с ее единицей.

Метод непосредственной оценки основан на применении измерительного прибора, показывающего значение измеряемой величины.

Метод сравнения с мерой основан на сравнении объекта измерения с его мерой.

Принцип измерений – это некое физическое явление или их комплекс, на которых базируется измерение. Например, измерение температуры основано на явлении расширения жидкости при ее нагревании (ртуть в термометре).

Погрешность измерения – это разность между результатом измерения величины и настоящим (действительным) значением этой величины. Погрешность, как правило, возникает из—за недостаточной точности средств и методов измерения или из—за невозможности обеспечить идентичные условия при многократных наблюдениях.

Точность измерений – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящему значению измеряемой величины.

Количественно точность измерений равна величине относительной погрешности в минус первой степени, взятой по модулю.

Правильность измерения – это качественная характеристика измерения, которая определяется тем, насколько близка к нулю величина постоянной или фиксировано изменяющейся при многократных измерениях погрешности (систематическая погрешность). Данная характеристика зависит, как правило, от точности средств измерений.

Основная характеристика измерений – это достоверность измерений.

Достоверность измерений – это характеристика, определяющая степень доверия к полученным результатам измерений. По данной характеристике измерения делятся на достоверные и недостоверные. Достоверность измерений зависит того, известна ли вероятность отклонения результатов измерения от настоящего значения измеряемой величины. Если же достоверность измерений не определена, то результаты таких измерений, как правило, не используются. Достоверность измерений ограничена сверху погрешностью измерений.

7. Физические величины и измерения

Объектом измерения для метрологии, как правило, являются физические величины. Физические величины используются для характеристики различных объектов, явлений и процессов. Разделяют основные и производные от основных величины. Семь основных и две дополнительных физических величины установлены в Международной системе единиц. Это длина, масса, время, термодинамическая температура, количество вещества, сила света и сила электрического тока, дополнительные единицы – это радиан и стерадиан.

У физических величин есть качественные и количественные характеристики.

Качественное различие физических величин отражается в их размерности. Обозначение размерности установлено международным стандартом ИСО, им является символ dim^* .

Таким образом, размерность длины, массы и времени:

$$\text{dim}^*l = L,$$

$$\text{dim}^*m = M,$$

$$\text{dim}^*t = T.$$

Для производной величины размерность выражается посредством размерности основных величин и степенного одночлена:

$$\text{dim}^*Y = L^k \cdot M^l \cdot T^m,$$

где k, l, m – показатели степени размерности основных величин.

Показатель степени размерности может принимать различные значения и разные знаки, может быть как целым, так и дробным, может принимать значение ноль. Если при определении размерности производной величины все показатели степени размерности равны нулю, то основание степени, соответственно, принимает значение единицы, таким образом, величина является безразмерной.

Размерность производной величины может также определяться как отношение одноименных величин, тогда величина является относительной. Размерность относительной величины может также быть логарифмической.

Количественная характеристика объекта измерения – это его размер, полученный в результате измерения. Самый элементарный способ получить сведения о размере определенной величины объекта измерения – это сравнить его с другим объектом. Результатом такого сравнения не будет точная количественная характеристика, оно позволит лишь выяснить, какой из объектов больше (меньше) по размеру. Сравняться могут не только два, но и большее число размеров. Если размеры объектов измерения расположить по возрастанию или по убыванию, то получится **шкала порядка**. Процесс сортировки и расположения размеров по возрастанию или по убыванию по шкале порядка называется **ранжированием**. Для удобства измерений определенные точки на шкале порядка фиксируются и называются опорными, или реперными точками. Фиксированным точкам шкалы порядка могут ставиться в соответствие цифры, которые часто называют баллами.

У реперных шкал порядка есть существенный недостаток: неопределенная величина интервалов между фиксированными реперными точками.

В этом плане преимущество есть у шкалы интервалов. Шкалой интервалов является, например, шкала измерения времени. Она поделена на большие интервалы – годы, большие интервалы поделены на меньшие – сутки. С помощью шкалы интервалов можно определить не только, какой из размеров больше, но и насколько один размер больше другого.

Недостаток шкалы интервалов заключается в том, что с ее помощью нельзя определить, во сколько раз данный размер больше другого, потому что на шкале интервалов зафиксирован только масштаб, а начало отсчета не фиксировано и может устанавливаться произвольно.

Самым оптимальным вариантом является шкала отношений. Шкалой отношений является, например, шкала температуры Кельвина. На данной шкале есть фиксированное начало отсчета – абсолютный ноль (температура, при которой прекращается тепловое движение молекул). Основное преимущество шкалы отношений состоит в том, что с ее помощью можно определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого.

Размер объекта измерения может быть представлен в разных видах. Это зависит от того, на какие интервалы разбита шкала, с помощью которой измеряется данный размер. Например, время движения может быть представлено в следующих видах: $T = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с}$. Это значения измеряемой величины. 1, 60, 3600 – это числовые значения данной величины.

Значение величины может быть вычислено с помощью основного уравнения измерения, которое имеет вид:

$$Q = X [Q],$$

где Q – значение величины;

X – числовое значение данной величины в установленной для нее единице;

$[Q]$ – установленная для данного измерения единица.

8. Эталоны и образцовые средства измерений

8. Эталоны и образцовые средства измерений

Все вопросы, связанные с хранением, применением и созданием эталонов, а также контроль за их состоянием, решаются по единым правилам, установленным ГОСТом «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения» и ГОСТом «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Порядок разработки и утверждения, регистрации, хранения и применения». Классифицируются эталоны по принципу подчиненности. По этому параметру эталоны бывают первичные и вторичные.

Первичный эталон должен служить целям обеспечения воспроизведения, хранения единицы и передачи размеров с максимальной точностью, которую можно получить в данной сфере измерений. В свою очередь, первичные могут быть специальными первичными эталонами, которые предназначены для воспроизведения единицы в условиях, когда непосредственная передача размера единицы с необходимой достоверностью практически не может быть осуществлена например для малых и больших напряжений, СВЧ и ВЧ. Их утверждают в виде государственных эталонов. Поскольку налицо особая значимость государственных эталонов, на любой государственный эталон утверждается ГОСТом. Другой задачей этого утверждения становится придание данным эталонам силы закона. На Государственный комитет по стандартам возложена обязанность создавать, утверждать, хранить и применять государственные эталоны.

Вторичный эталон воспроизводит единицу при особых условиях, заменяя при этих условиях первичный эталон. Он создается и утверждается для целей обеспечения минимального износа государственного эталона. Вторичные эталоны могут делиться по признаку назначения. Так, выделяют:

- 1) **эталон—копии**, предназначенные для передачи размеров единиц рабочим эталонам;
- 2) **эталон—сравнения**, предназначенных для проверки невредимости государственного эталона, а также для целей его замены при условии его порчи или утраты;
- 3) **эталон—свидетели**, предназначенные для сличения эталонов, которые по ряду различных причин не подлежат непосредственному сличению друг с другом;
- 4) **рабочие эталоны**, которые воспроизводят единицу от вторичных эталонов и служат для передачи размера эталону более низкого разряда. Вторичные эталоны создают, утверждают, хранят и применяют министерства и ведомства.

Существует также понятие «эталон единицы», под которым подразумевают одно средство или комплекс средств измерений, направленных на воспроизведение и хранение единицы

для последующей трансляции ее размера нижестоящим средствам измерений, выполненных по особой спецификации и официально утвержденных в установленном порядке в качестве эталона. Есть два способа воспроизведения единиц по признаку зависимости от технико—экономических требований:

- 1) **централизованный способ** – с помощью единого для целой страны или же группы стран государственного эталона. Централизованно воспроизводятся все основные единицы и большая часть производных;
- 2) **децентрализованный способ воспроизведения** – применим к производным единицам, сведения о размере которых не передаются непосредственным сравнением с эталоном.

Трансляция размера может происходить разными методами поверки. Как правило, передача размера осуществляется известными методами измерений. С одной стороны, существует определенный недостаток передачи размера ступенчатым способом, который подразумевает, что порой происходит потеря точности. С другой стороны, есть здесь и свои положительные моменты, которые подразумевают, что данная многоступенчатость помогает оберегать эталоны и передавать размер единицы всем рабочим средствам измерения. Существует также понятие «образцовые средства измерений», которые используются для закономерной трансляции размеров единиц в процессе поверки средств измерения и используются лишь в подразделениях метрологической службы. Разряд образцового средства измерения определяется в ходе измерений метрологической аттестации одним из органов Государственного комитета по стандартам. При необходимости особо точные рабочие средства измерения в вышеуказанном порядке могут быть аттестованы на обусловленный период как образцовые средства измерения. И наоборот, образцовые средства измерения, не прошедшие очередную аттестацию по разным причинам, используются как рабочие средства измерения.[1]

9. Средства измерений и их характеристики

9. Средства измерений и их характеристики

В научной литературе средства технических измерений делят на три большие группы. Это: меры, калибры и универсальные средства измерения, к которым относятся измерительные приборы, контрольно—измерительные приборы (КИП), и системы.

1. Мера представляет собой такое средство измерений, которое предназначается для воспроизведения физической величины положенного размера. К мерам относятся плоскопараллельные меры длины (плитка) и угловые меры.
2. Калибры представляют собой некие устройства, предназначение которых заключается в использовании для контролирования и поиска в нужных границах размеров, взаиморасположения поверхностей и формы деталей. Как правило, они подразделяются на: гладкие предельные калибры (скобы и пробки), а также резьбовые калибры, к которым относятся резьбовые кольца или скобы, резьбовые пробки и т. п.
3. Измерительный прибор, представленный в виде устройства, вырабатывающего сигнал измерительной информации в форме, понятной для восприятия наблюдателей.
4. Измерительная система, понимаемая как некая совокупность средств измерений и неких вспомогательных устройств, которые соединяются между собой каналами связи. Она предназначена для производства сигналов информации измерений в некой форме,

которая подходит для автоматической обработки, а также для трансляции и применения в автоматических системах управления.

5. Универсальные средства измерения, предназначение которых находится в использовании для определения действительных размеров. Любое универсальное измерительное средство характеризуется назначением, принципом действия, т. е. физическим принципом, положенным в основу его построения, особенностями конструкции и метрологическими характеристиками.

При контрольном измерении угловых и линейных показателей применяют прямые измерения, реже встречаются относительные, косвенные или совокупные измерения. В научной литературе среди прямых методов измерений выделяют, как правило, следующие:

- 1) метод непосредственной оценки, представляющий собой такой метод, при котором значение величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора;
- 2) метод сравнения с мерой, под которым понимается метод, при котором данную величину возможно сравнить с величиной, воспроизводимой мерой;
- 3) метод дополнения, под которым обычно подразумевается метод, когда значение полученной величины дополняется мерой этой же величины с тем, чтобы на используемый прибор для сравнения действовала их сумма, равная заранее заданному значению;
- 4) дифференциальный метод, который характеризуется измерением разности между данной величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой. Метод дает результат с достаточно высоким показателем точности при применении грубых средств измерения;
- 5) нулевой метод, который, по сути, аналогичен дифференциальному, но разность между данной величиной и мерой сводится к нулю. Причем нулевой метод обладает определенным преимуществом, поскольку мера может быть во много раз меньше измеряемой величины;
- 6) метод замещения, представляющий собой сравнительный метод с мерой, в которой измеряемую величину заменяют известной величиной, которая воспроизводится мерой. Вспомним о том, что существуют и нестандартизованные методы. В эту группу, как правило, включают следующие:

- 1) метод противопоставления, подразумевающий под собой такой метод, при котором данная величина, а также величина, воспроизводимая мерой, в одно и то же время действуют на прибор сравнения;
- 2) метод совпадений, характеризующийся как метод, при котором разность между сравниваемыми величинами измеряют, используя совпадение меток на шкалах или периодических сигналов.

10. Классификация средств измерения

10. Классификация средств измерения

Средство измерения (СИ) – это техническое средство или совокупность средств, применяющееся для осуществления измерений и обладающее нормированными метрологическими характеристиками. При помощи средств измерения физическая величина может быть не только обнаружена, но и измерена.

Средства измерения классифицируются по следующим критериям:

- 1) по способам конструктивной реализации;
- 2) по метрологическому назначению.

По способам конструктивной реализации средства измерения делятся на:

- 1) меры величины;
- 2) измерительные преобразователи;
- 3) измерительные приборы;
- 4) измерительные установки;
- 5) измерительные системы.

Меры величины – это средства измерения определенного фиксированного размера, многократно используемые для измерения. Выделяют:

- 1) однозначные меры;
- 2) многозначные меры;
- 3) наборы мер.

Некоторое количество мер, технически представляющее собой единое устройство, в рамках которого возможно по—разному комбинировать имеющиеся меры, называют магазином мер.

Объект измерения сравнивается с мерой посредством компараторов (технических приспособлений). Например, компаратором являются рычажные весы.

К однозначным мерам принадлежат стандартные образцы (СО). Различают два вида стандартных образцов:

- 1) стандартные образцы состава;
- 2) стандартные образцы свойств.

Стандартный образец состава или материала – это образец с фиксированными значениями величин, количественно отражающих содержание в веществе или материале всех его составных частей.

Стандартный образец свойств вещества или материала – это образец с фиксированными значениями величин, отражающих свойства вещества или материала (физические, биологические и др.).

Каждый стандартный образец в обязательном порядке должен пройти метрологическую аттестацию в органах метрологической службы, прежде чем начнет использоваться.

Стандартные образцы могут применяться на разных уровнях и в разных сферах. Выделяют:

- 1) межгосударственные СО;
- 2) государственные СО;
- 3) отраслевые СО;
- 4) СО организации (предприятия).

Измерительные преобразователи (ИП) – это средства измерения, выражающие измеряемую величину через другую величину или преобразующие ее в сигнал измерительной информации, который в дальнейшем можно обрабатывать, преобразовывать и хранить. Измерительные преобразователи могут преобразовывать измеряемую величину по—разному. Выделяют:

- 1) аналоговые преобразователи (АП);
- 2) цифроаналоговые преобразователи (ЦАП);
- 3) аналого—цифровые преобразователи (АЦП). Измерительные преобразователи могут занимать различные позиции в цепи измерения. Выделяют:

- 1) первичные измерительные преобразователи, которые непосредственно контактируют с объектом измерения;
- 2) промежуточные измерительные преобразователи, которые располагаются после первичных преобразователей. Первичный измерительный преобразователь технически обособлен, от него поступают в измерительную цепь сигналы, содержащие измерительную информацию. Первичный измерительный преобразователь является датчиком. Конструктивно датчик может быть расположен довольно далеко от следующего промежуточного средства измерения, которое должно принимать его сигналы.

Обязательными свойствами измерительного преобразователя являются нормированные метрологические свойства и входение в цепь измерения.

Измерительный прибор – это средство измерения, посредством которого получается значение физической величины, принадлежащее фиксированному диапазону. В конструкции прибора обычно присутствует устройство, преобразующее измеряемую величину с ее индикациями в оптимально удобную для понимания форму. Для вывода измерительной информации в конструкции прибора используется, например, шкала со стрелкой или цифруказатель, посредством которых и осуществляется регистрация значения измеряемой величины. В некоторых случаях измерительный прибор

синхронизируют с компьютером, и тогда вывод измерительной информации производится на дисплей.

В соответствии с методом определения значения измеряемой величины выделяют:

- 1) измерительные приборы прямого действия;
- 2) измерительные приборы сравнения.

Измерительные приборы прямого действия – это приборы, посредством которых можно получить значение измеряемой величины непосредственно на отсчетном устройстве.

Измерительный прибор сравнения – это прибор, посредством которого значение измеряемой величины получается при помощи сравнения с известной величиной, соответствующей ее мере.

Измерительные приборы могут осуществлять индикацию измеряемой величины по—разному. Выделяют:

- 1) показывающие измерительные приборы;
- 2) регистрирующие измерительные приборы.

Разница между ними в том, что с помощью показывающего измерительного прибора можно только считывать значения измеряемой величины, а конструкция регистрирующего измерительного прибора позволяет еще и фиксировать результаты измерения, например посредством диаграммы или нанесения на какой—либо носитель информации.

Отсчетное устройство – конструктивно обособленная часть средства измерений, которая предназначена для отсчета показаний. Отсчетное устройство может быть представлено шкалой, указателем, дисплеем и др. Отсчетные устройства делятся на:

- 1) шкальные отсчетные устройства;
- 2) цифровые отсчетные устройства;
- 3) регистрирующие отсчетные устройства. Шкальные отсчетные устройства включают в себя шкалу и указатель.

Шкала – это система отметок и соответствующих им последовательных числовых значений измеряемой величины. Главные характеристики шкалы:

- 1) количество делений на шкале;
- 2) длина деления;
- 3) цена деления;
- 4) диапазон показаний;

- 5) диапазон измерений;
- 6) пределы измерений.

Деление шкалы – это расстояние от одной отметки шкалы до соседней отметки.

Длина деления – это расстояние от одной осевой до следующей по воображаемой линии, которая проходит через центры самых маленьких отметок данной шкалы.

Цена деления шкалы – это разность между значениями двух соседних значений на данной шкале.

Диапазон показаний шкалы – это область значений шкалы, нижней границей которой является начальное значение данной шкалы, а верхней – конечное значение данной шкалы.

Диапазон измерений – это область значений величин в пределах которой установлена нормированная предельно допустимая погрешность.

Пределы измерений – это минимальное и максимальное значение диапазона измерений.

Практически равномерная шкала – это шкала, у которой цены делений разнятся не больше чем на 13 % и которая обладает фиксированной ценой деления.

Существенно неравномерная шкала – это шкала, у которой деления сужаются и для делений которой значение выходного сигнала является половиной суммы пределов диапазона измерений.

Выделяют следующие виды шкал измерительных приборов:

- 1) односторонняя шкала;
- 2) двусторонняя шкала;
- 3) симметричная шкала;
- 4) безнулевая шкала.

Односторонняя шкала – это шкала, у которой ноль располагается в начале.

Двусторонняя шкала – это шкала, у которой ноль располагается не в начале шкалы.

Симметричная шкала – это шкала, у которой ноль располагается в центре.

Измерительная установка – это средство измерения, представляющее собой комплекс мер, ИП, измерительных приборов и прочее, выполняющих схожие функции, используемые для измерения фиксированного количества физических величин и собранные в одном месте. В случае, если измерительная установка используется для испытаний изделий, она является испытательным стендом.

Измерительная система – это средство измерения, представляющее собой объединение мер, ИП, измерительных приборов и прочее, выполняющих схожие функции, находящихся в разных частях определенного пространства и предназначенных для измерения определенного числа физических величин в данном пространстве.

По метрологическому назначению средства измерения делятся на:

- 1) рабочие средства измерения;
- 2) эталоны.

Рабочие средства измерения (РСИ) – это средства измерения, используемые для осуществления технических измерений. Рабочие средства измерения могут использоваться в разных условиях. Выделяют:

- 1) лабораторные средства измерения, которые применяются при проведении научных исследований;
- 2) производственные средства измерения, которые применяются при осуществлении контроля над протеканием различных технологических процессов и качеством продукции;
- 3) полевые средства измерения, которые применяются в процессе эксплуатации самолетов, автомобилей и других технических устройств.

К каждому отдельному виду рабочих средств измерения предъявляются определенные требования. Требования к лабораторным рабочим средствам измерения – это высокая степень точности и чувствительности, к производственным РСИ – высокая степень устойчивости к вибрациям, ударам, перепадам температуры, к полевым РСИ – устойчивость и исправная работа в различных температурных условиях, устойчивость к высокому уровню влажности.

Эталоны – это средства измерения с высокой степенью точности, применяющиеся в метрологических исследованиях для передачи сведений о размере единицы. Более точные средства измерения передают сведения о размере единицы и так далее, таким образом образуется своеобразная цепочка, в каждом следующем звене которой точность этих сведений чуть меньше, чем в предыдущем.

Сведения о размере единицы передаются во время проверки средств измерения. Проверка средств измерения осуществляется с целью утверждения их пригодности.

11. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование

11. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование

Метрологические свойства средств измерения – это свойства, оказывающие непосредственное влияние на результаты проводимых этими средствами измерений и на погрешность этих измерений.

Количественно—метрологические свойства характеризуются показателями метрологических свойств, которые являются их метрологическими характеристиками.

Утвержденные НД метрологические характеристики являются нормируемыми метрологическими характеристиками. Метрологические свойства средств измерения подразделяются на:

- 1) свойства, устанавливающие сферу применения средств измерения;
- 2) свойства, определяющие прецизионность и правильность полученных результатов измерения.

Свойства, устанавливающие сферу применения средств измерения, определяются следующими метрологическими характеристиками:

- 1) диапазоном измерений;
- 2) порогом чувствительности.

Диапазон измерений – это диапазон значений величины, в котором нормированы предельные значения погрешностей. Нижнюю и верхнюю (правую и левую) границу измерений называют нижним и верхним пределом измерений.

Порог чувствительности – это минимальное значение измеряемой величины, способное стать причиной заметного искажения получаемого сигнала.

Свойства, определяющие прецизионность и правильность полученных результатов измерения, определяются следующими метрологическими характеристиками:

- 1) правильность результатов;
- 2) прецизионность результатов.

Точность результатов, полученных некими средствами измерения, определяется их погрешностью.

Погрешность средств измерения – это разность между результатом измерения величины и настоящим (действительным) значением этой величины. Для рабочего средства измерения настоящим (действительным) значением измеряемой величины считается показание рабочего эталона более низкого разряда. Таким образом, базой сравнения является значение, показанное средством измерения, стоящим выше в поверочной схеме, чем проверяемое средство измерения.

$$\Delta Q_n = Q_n - Q_0,$$

где ΔQ_n – погрешность проверяемого средства измерения;

Q_n – значение некой величины, полученное с помощью проверяемого средства измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение).

Нормирование метрологических характеристик – это регламентирование пределов отклонений значений реальных метрологических характеристик средств измерений от их номинальных значений. Главная цель нормирования метрологических характеристик – это

обеспечение их взаимозаменяемости и единства измерений. Значения реальных метрологических характеристик устанавливаются в процессе производства средств измерения, в дальнейшем во время эксплуатации средств измерения эти значения должны проверяться. В случае, если одна или несколько нормированных метрологических характеристик выходит из регламентированных пределов, средство измерения должно быть либо немедленно отрегулировано, либо изъято из эксплуатации.

Значения метрологических характеристик регламентируются соответствующими стандартами средств измерения. Причем метрологические характеристики нормируются отдельно для нормальных и рабочих условий применения средств измерения. Нормальные условия применения – это условия, в которых изменениями метрологических характеристик, обусловленными воздействием внешних факторов (внешние магнитные поля, влажность, температура), можно пренебречь. Рабочие условия – это условия, в которых изменение влияющих величин имеет более широкий диапазон.

2. Метрологическое обеспечение, его основы

12. Метрологическое обеспечение, его основы

Метрологическое обеспечение, или сокращенно МО, представляет собой такое установление и использование научных и организационных основ, а также ряда технических средств, норм и правил, нужных для соблюдения принципа единства и требуемой точности измерений. На сегодняшний день развитие МО движется в направлении перехода от существовавшей узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к новой задаче обеспечения качества измерений. Смысл понятия «метрологическое обеспечение» расшифровывается по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. Однако данный термин применим и в виде понятия «метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, организации)», которое подразумевает МО измерений (испытаний или контроля) в данном процессе, производстве, организации. Объектом МО можно считать все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги, где жизненный цикл воспринимается как некая совокупность последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от формулирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления. Нередко на этапе разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. А в процессе разработки МО желательно использовать системный подход, при котором указанное обеспечение рассматривается как некая совокупности взаимосвязанных процессов, объединенных одной целью. Этой целью является достижение требуемого качества измерений. В научной литературе выделяют, как правило, целый ряд подобных процессов:

- 1) установление номенклатуры измеряемых параметров, а также наиболее подходящих норм точности при контроле качества продукции и управлении процессами;
- 2) технико—экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля и установление их рациональной номенклатуры;
- 3) стандартизация, унификация и агрегатирование используемой контрольно—измерительной техники;
- 4) разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МВИ);

- 5) поверка, метрологическая аттестация и калибровки КИО или контрольно—измерительного, а также испытательного оборудования, применяемого на предприятии;
- 6) контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за точным следованием правил метрологии и норм на предприятии;
- 7) участие в процессе создания и внедрения стандартов предприятия;
- 8) внедрение международных, государственных, отраслевых стандартов, а также иных нормативных документов Госстандарта;
- 9) проведение метрологической экспертизы проектов конструкторской, технологической и нормативной документации;
- 10) проведение анализа состояния измерений, разработка на его основе и проведение различных мероприятий по улучшению МО;
- 11) подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно—измерительных операций.

Организация и проведение всех мероприятий МО является прерогативой метрологических служб. В основе метрологического обеспечения лежат четыре пласта. Собственно, они и носят в научной литературе аналогичное название – основы. И так, это научная, организационная, нормативная и техническая основы. Особое внимание хотелось бы обратить на организационные основы метрологического обеспечения. К организационным службам метрологического обеспечения относят Государственную метрологическую службу и Ведомственную метрологическую службу.

Государственная метрологическая служба, или сокращенно ГМС несет ответственность за обеспечение метрологических измерений в России на межотраслевом уровне, а также проводит контрольные и надзорные мероприятия в области метрологии. В состав ГМС входят:

- 1) государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), метрологические научно—исследовательские институты, отвечающие согласно законодательной базе за вопросы применения, хранения и создания государственных эталонов и разработку нормативных актов по вопросам поддержания единства измерений в закреплённом виде измерений;
- 2) органы ГМС на территории республик, входящих в состав РФ, органы автономных областей, органы автономных округов, областей, краев, городов Москвы и Санкт—Петербурга.

Основная деятельность органов ГМС направлена на обеспечение единства измерений в стране. Она включает создание государственных и вторичных эталонов, разработку систем передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ, государственный надзор за состоянием, применением, производством, ремонтом СИ, метрологическую экспертизу документации и важнейших видов продукции, методическое руководство МС юридических лиц. Руководство ГМС осуществляет Госстандарт.

Ведомственная метрологическая служба, которая согласно положениям Закона «Об обеспечении единства измерений» может быть создана на предприятии для обеспечения

МО Во главе ее должен находиться представитель администрации, обладающий соответствующими знаниями и полномочиями При проведении мероприятий в сферах, предусмотренных ст 13 указанного Закона, создание метрологической службы является обязательным. В числе подобных сфер деятельности можно назвать:

- 1) здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, поддержание безопасности труда;
- 2) торговые операции и взаиморасчеты между продавцами и покупателями, в которые включаются, как правило, операции с использованием игровых автоматов и других устройств;
- 3) государственные учетные операции;
- 4) оборона государства;
- 5) геодезические и гидрометеорологические работы;
- 6) банковские, таможенные, налоговые и почтовые операции;
- 7) производство продукции, поставляемой по контрактам для нужд государства в согласии с законодательной базой РФ;
- 8) контролирование и испытания качества продукции для обеспечения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- 9) сертификация товаров и услуг в обязательном порядке;
- 10) измерения, проводимые по поручению ряда госорганов: суда, арбитража, прокуратуры, государственных органов управления РФ;
- 11) регистрационная деятельность, связанная с национальными или международными рекордами в сфере спорта. Метрологическая служба государственного органа управления подразумевает в своем составе следующие компоненты:
 - 1) структурные подразделения главного метролога в составе центрального аппарата госоргана;
 - 2) головные и базовые организации метрологических служб в отраслях и подотраслях, назначаемые органом управления;
 - 3) метрологическая служба предприятий, объединений, организаций и учреждений.

Другим важнейшим разделом МО являются его научные и методические основы. Так, основным компонентом данных основ становятся Государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), которые создаются из состава находящихся в ведении Госстандарта предприятий и организаций или их структурных подразделений, выполняющих различные операции по вопросам создания, хранения, улучшения, применения и хранения госэталонов единиц величин, а, кроме того, разрабатывающих нормативные правила для целей обеспечения единства измерений, имея в своем составе высококвалифицированные кадры. Присвоение какому—либо предприятию статуса ГНМЦ, как правило, не влияет на форму его собственности и организационно—правовые

формы, а означает лишь причисление их к группе объектов, обладающих особенными формами господдержки. Основными функциями ГНМЦ являются следующие:

- 1) создание, совершенствование, применение и хранение госэталонов единиц величин;
- 2) проведение прикладных и фундаментальных научно—исследовательских и конструкторских разработок в сфере метрологии, в число которых можно включить и создание различных опытно—экспериментальных установок, исходных мер и шкал для обеспечения единства измерений;
- 3) передача от госэталонов исходных данных о размерах единиц величин;
- 4) проведение государственных испытаний средств измерений;
- 5) разработка оборудования, требующегося для ГМС;
- 6) разработка и совершенствование нормативных, организационных, экономических и научных основ деятельности, направленной на обеспечение единства измерений в зависимости от специализации;
- 7) взаимодействие с метрологической службой федеральных органов исполнительной власти, организаций и предприятий, обладающих статусом юридического лица;
- 8) обеспечение информацией по поводу единства измерений предприятий и организаций;
- 9) организация различных мероприятий, связанных с деятельностью ГСВЧ, ГСССД и ГССО;
- 10) проведение экспертизы разделов МО федеральных и иных программ;
- 11) организация метрологической экспертизы и измерений по просьбе ряда государственных органов: суда, арбитража, прокуратуры или федеральных органов исполнительной власти;
- 12) подготовка и переподготовка высококвалифицированных кадров;
- 13) участие в сопоставлении госэталонов с эталонами национальными, наличествующими в ряду зарубежных государств, а также участие в разработке международных норм и правил.

Деятельность ГНМЦ регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.02.94 г. № 100.

Важным компонентом основы МО являются, как было сказано выше, методические инструкции и руководящие документы, под которыми подразумеваются нормативные документы методического содержания, разрабатываются организациями, подведомственными Госстандарту Российской Федерации. Так, в сфере научных и методических основ метрологического обеспечения Госстандарт России организует:

- 1) проведение научно—исследовательских мероприятий и опытно—конструкторских работ в закрепленных областях деятельности, а также устанавливает правила проведения

работ по метрологии, стандартизации, аккредитации и сертификации, а также по госконтролю и надзору в подведомственных областях, осуществляет методическое руководство этими работами;

2) осуществляет методическое руководство обучением в областях метрологии, сертификации и стандартизации, устанавливает требования к степени квалификации и компетентности персонала. Организует подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов.

13. Погрешность измерений

13. Погрешность измерений

В практике использования измерений очень важным показателем становится их точность, которая представляет собой ту степень близости итогов измерения к некоторому действительному значению, которая используется для качественного сравнения измерительных операций. А в качестве количественной оценки, как правило, используется погрешность измерений. Причем чем погрешность меньше, тем считается выше точность.

Согласно закону теории погрешностей, если необходимо повысить точность результата (при исключенной систематической погрешности) в 2 раза, то число измерений необходимо увеличить в 4 раза; если требуется увеличить точность в 3 раза, то число измерений увеличивают в 9 раз и т. д.

Процесс оценки погрешности измерений считается одним из важнейших мероприятий в вопросе обеспечения единства измерений. Естественно, что факторов, оказывающих влияние на точность измерения, существует огромное множество. Следовательно, любая классификация погрешностей измерения достаточно условна, поскольку нередко в зависимости от условий измерительного процесса погрешности могут проявляться в различных группах. При этом согласно принципу зависимости от формы данные выражения погрешности измерения могут быть: абсолютными, относительными и приведенными.

Кроме того, по признаку зависимости от характера проявления, причин возникновения и возможностей устранения погрешности измерений могут быть составляющими. При этом различают следующие составляющие погрешности: систематические и случайные.

Систематическая составляющая остается постоянной или меняется при следующих измерениях того же самого параметра.

Случайная составляющая изменяется при повторных измерениях того же самого параметра случайным образом. Обе составляющие погрешности измерения (и случайная, и систематическая) проявляются одновременно. Причем значение случайной погрешности не известно заранее, поскольку оно может возникать из—за целого ряда неуточненных факторов. Данный вид погрешности нельзя исключить полностью, однако их влияние можно несколько уменьшить, обрабатывая результаты измерений.

Систематическая погрешность, и в этом ее особенность, если сравнивать ее со случайной погрешностью, которая выявляется вне зависимости от своих источников, рассматривается по составляющим в связи с источниками возникновения.

Составляющие погрешности могут также делиться на: методическую, инструментальную и субъективную. Субъективные систематические погрешности связаны с индивидуальными особенностями оператора. Такая погрешность может возникать из—за ошибок в отсчете показаний или неопытности оператора. В основном же систематические погрешности возникают из—за методической и инструментальной составляющих. Методическая составляющая погрешности определяется несовершенством метода измерения, приемами использования СИ, некорректностью расчетных формул и округления результатов. Инструментальная составляющая появляется из—за собственной погрешности СИ, определяемой классом точности, влиянием СИ на итог и разрешающей способности СИ. Есть также такое понятие, как «грубые погрешности или промахи», которые могут появляться из—за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или непредвиденных изменений ситуации измерений. Такие погрешности, как правило, обнаруживаются в процессе рассмотрения результатов измерений с помощью специальных критериев. Важным элементом данной классификации является профилактика погрешности, понимаемая как наиболее рациональный способ снижения погрешности, заключающаяся в устранении влияния какого—либо фактора.

4. Виды погрешностей

14. Виды погрешностей

Выделяют следующие виды погрешностей:

- 1) абсолютная погрешность;
- 2) относительная погрешность;
- 3) приведенная погрешность;
- 4) основная погрешность;
- 5) дополнительная погрешность;
- 6) систематическая погрешность;
- 7) случайная погрешность;
- 8) инструментальная погрешность;
- 9) методическая погрешность;
- 10) личная погрешность;
- 11) статическая погрешность;
- 12) динамическая погрешность.

Погрешности измерений классифицируются по следующим признакам.

По способу математического выражения погрешности делятся на абсолютные погрешности и относительные погрешности.

По взаимодействию изменений во времени и входной величины погрешности делятся на статические погрешности и динамические погрешности.

По характеру появления погрешности делятся на систематические погрешности и случайные погрешности.

По характеру зависимости погрешности от влияющих величин погрешности делятся на основные и дополнительные.

По характеру зависимости погрешности от входной величины погрешности делятся на аддитивные и мультипликативные.

Абсолютная погрешность – это значение, вычисляемое как разность между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины.

Абсолютная погрешность вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta Q_n = Q_n - Q_0,$$

где ΔQ_n – абсолютная погрешность;

Q_n – значение некой величины, полученное в процессе измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение).

Абсолютная погрешность меры – это значение, вычисляемое как разность между числом, являющимся номинальным значением меры, и настоящим (действительным) значением воспроизводимой мерой величины.

Относительная погрешность – это число, отражающее степень точности измерения.

Относительная погрешность вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{100 \Delta Q}{Q_0},$$

где ΔQ – абсолютная погрешность;

Q_0 – настоящее (действительное) значение измеряемой величины.

Относительная погрешность выражается в процентах.

Приведенная погрешность – это значение, вычисляемое как отношение значения абсолютной погрешности к нормирующему значению.

Нормирующее значение определяется следующим образом:

1) для средств измерений, для которых утверждено номинальное значение, это номинальное значение принимается за нормирующее значение;

- 2) для средств измерений, у которых нулевое значение располагается на краю шкалы измерения или вне шкалы, нормирующее значение принимается равным конечному значению из диапазона измерений. Исключением являются средства измерений с существенно неравномерной шкалой измерения;
- 3) для средств измерений, у которых нулевая отметка располагается внутри диапазона измерений, нормирующее значение принимается равным сумме конечных численных значений диапазона измерений;
- 4) для средств измерения (измерительных приборов), у которых шкала неравномерна, нормирующее значение принимается равным целой длине шкалы измерения или длине той ее части, которая соответствует диапазону измерения. Абсолютная погрешность тогда выражается в единицах длины.

Погрешность измерения включает в себя инструментальную погрешность, методическую погрешность и погрешность отсчитывания. Причем погрешность отсчитывания возникает по причине неточности определения долей деления шкалы измерения.

Инструментальная погрешность – это погрешность, возникающая из—за допущенных в процессе изготовления функциональных частей средств измерения ошибок.

Методическая погрешность – это погрешность, возникающая по следующим причинам:

- 1) неточность построения модели физического процесса, на котором базируется средство измерения;
- 2) неверное применение средств измерений.

Субъективная погрешность – это погрешность возникающая из—за низкой степени квалификации оператора средства измерений, а также из—за погрешности зрительных органов человека, т. е. причиной возникновения субъективной погрешности является человеческий фактор.

Погрешности по взаимодействию изменений во времени и входной величины делятся на статические и динамические погрешности.

Статическая погрешность – это погрешность, которая возникает в процессе измерения постоянной (не изменяющейся во времени) величины.

Динамическая погрешность – это погрешность, численное значение которой вычисляется как разность между погрешностью, возникающей при измерении непостоянной (переменной во времени) величины, и статической погрешностью (погрешностью значения измеряемой величины в определенный момент времени).

По характеру зависимости погрешности от влияющих величин погрешности делятся на основные и дополнительные.

Основная погрешность – это погрешность, полученная в нормальных условиях эксплуатации средства измерений (при нормальных значениях влияющих величин).

Дополнительная погрешность – это погрешность, которая возникает в условиях несоответствия значений влияющих величин их нормальным значениям, или если влияющая величина переходит границы области нормальных значений.

Нормальные условия – это условия, в которых все значения влияющих величин являются нормальными либо не выходят за границы области нормальных значений.

Рабочие условия – это условия, в которых изменение влияющих величин имеет более широкий диапазон (значения влияющих не выходят за границы рабочей области значений).

Рабочая область значений влияющей величины – это область значений, в которой проводится нормирование значений дополнительной погрешности.

По характеру зависимости погрешности от входной величины погрешности делятся на аддитивные и мультипликативные.

Аддитивная погрешность – это погрешность, возникающая по причине суммирования численных значений и не зависящая от значения измеряемой величины, взятого по модулю (абсолютного).

Мультипликативная погрешность – это погрешность, изменяющаяся вместе с изменением значений величины, подвергающейся измерениям.

Надо заметить, что значение абсолютной аддитивной погрешности не связано со значением измеряемой величины и чувствительностью средства измерений. Абсолютные аддитивные погрешности неизменны на всем диапазоне измерений.

Значение абсолютной аддитивной погрешности определяет минимальное значение величины, которое может быть измерено средством измерений.

Значения мультипликативных погрешностей изменяются пропорционально изменениям значений измеряемой величины. Значения мультипликативных погрешностей также пропорциональны чувствительности средства измерений. Мультипликативная погрешность возникает из—за воздействия влияющих величин на параметрические характеристики элементов прибора.

Погрешности, которые могут возникнуть в процессе измерений, классифицируют по характеру появления. Выделяют:

- 1) систематические погрешности;
- 2) случайные погрешности.

В процессе измерения могут также появиться грубые погрешности и промахи.

Систематическая погрешность – это составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины. Обычно систематическую погрешность пытаются исключить возможными способами (например, применением методов измерения, снижающих вероятность ее возникновения), если же систематическую погрешность невозможно исключить, то ее просчитывают до начала измерений и в результат измерения

вносятся соответствующие поправки. В процессе нормирования систематической погрешности определяются границы ее допустимых значений. Систематическая погрешность определяет правильность измерений средств измерения (метрологическое свойство).

Систематические погрешности в ряде случаев можно определить экспериментальным путем. Результат измерений тогда можно уточнить посредством введения поправки.

Способы исключения систематических погрешностей делятся на четыре вида:

- 1) ликвидация причин и источников погрешностей до начала проведения измерений;
- 2) устранение погрешностей в процессе уже начатого измерения способами замещения, компенсации погрешностей по знаку, противопоставлениям, симметричных наблюдений;
- 3) корректировка результатов измерения посредством внесения поправки (устранение погрешности путем вычислений);
- 4) определение пределов систематической погрешности в случае, если ее нельзя устранить.

Ликвидация причин и источников погрешностей до начала проведения измерений. Данный способ является самым оптимальным вариантом, так как его использование упрощает дальнейший ход измерений (нет необходимости исключать погрешности в процессе уже начатого измерения или вносить поправки в полученный результат).

Для устранения систематических погрешностей в процессе уже начатого измерения применяются различные способы

Способ введения поправок базируется на знании систематической погрешности и действующих закономерностей ее изменения. При использовании данного способа в результате измерения, полученный с систематическими погрешностями, вносят поправки, по величине равные этим погрешностям, но обратные по знаку.

Способ замещения состоит в том, что измеряемая величина заменяется мерой, помещенной в те же самые условия, в которых находился объект измерения. Способ замещения применяется при измерении следующих электрических параметров: сопротивления, емкости и индуктивности.

Способ компенсации погрешности по знаку состоит в том, что измерения выполняются два раза таким образом, чтобы погрешность, неизвестная по величине, включалась в результаты измерений с противоположным знаком.

Способ противопоставления похож на способ компенсации по знаку. Данный способ состоит в том, что измерения выполняют два раза таким образом, чтобы источник погрешности при первом измерении противоположным образом действовал на результат второго измерения.

Случайная погрешность – это составная часть погрешности результата измерения, изменяющаяся случайно, незакономерно при проведении повторных измерений одной и той же величины. Появление случайной погрешности нельзя предвидеть и предугадать. Случайную погрешность невозможно полностью устранить, она всегда в некоторой

степени искажает конечные результаты измерений. Но можно сделать результат измерения более точным за счет проведения повторных измерений. Причиной случайной погрешности может стать, например, случайное изменение внешних факторов, воздействующих на процесс измерения. Случайная погрешность при проведении многократных измерений с достаточно большой степенью точности приводит к рассеянию результатов.

Промахи и грубые погрешности – это погрешности, намного превышающие предполагаемые в данных условиях проведения измерений систематические и случайные погрешности. Промахи и грубые погрешности могут появляться из—за грубых ошибок в процессе проведения измерения, технической неисправности средства измерения, неожиданного изменения внешних условий.

15. Качество измерительных приборов

15. Качество измерительных приборов

Качество измерительного прибора – это уровень соответствия прибора своему прямому назначению. Следовательно, качество измерительного прибора определяется тем, насколько при использовании измерительного прибора достигается цель измерения.

Главная цель измерения – это получение достоверных и точных сведений об объекте измерений.

Для того чтобы определить качество прибора, необходимо рассмотреть следующие его характеристики:

- 1) постоянную прибора;
- 2) чувствительность прибора;
- 3) порог чувствительности измерительного прибора;
- 4) точность измерительного прибора.

Постоянная прибора – это некоторое число, умножаемое на отсчет с целью получения искомого значения измеряемой величины, т. е. показания прибора. Постоянная прибора в некоторых случаях устанавливается как цена деления шкалы, которая представляет собой значение измеряемой величины, соответствующее одному делению.

Чувствительность прибора – это число, в числителе которого стоит величина линейного или углового перемещения указателя (если речь идет о цифровом измерительном приборе, то в числителе будет изменение численного значения, а в знаменателе – изменение измеряемой величины, которое вызвало данное перемещение (или изменение численного значения)).

Порог чувствительности измерительного прибора – число, являющееся минимальным значением измеряемой величины, которое может зафиксировать прибор.

Точность измерительного прибора – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящему значению измеряемой величины.

Точность измерительного прибора определяется посредством установления нижнего и верхнего пределов максимально возможной погрешности.

Практикуется подразделение приборов на классы точности, основанное на величине допустимой погрешности.

Класс точности средств измерений – это обобщающая характеристика средств измерений, которая определяется границами основных и дополнительных допускаемых погрешностей и другими, определяющими точность характеристиками. Классы точности определенного вида средств измерений утверждаются в нормативной документации. Причем для каждого отдельного класса точности утверждаются определенные требования к метрологическим характеристикам. Объединение установленных метрологических характеристик определяет степень точности средства измерений, принадлежащего к данному классу точности.

Класс точности средства измерений определяется в процессе его разработки. Так как в процессе эксплуатации метрологические характеристики как правило ухудшаются, можно по результатам проведенной калибровки (поверки) средства измерений понижать его класс точности.

16. Погрешности средств измерений

16. Погрешности средств измерений

Погрешности средств измерений классифицируются по следующим критериям:

- 1) по способу выражения;
- 2) по характеру проявления;
- 3) по отношению к условиям применения. По способу выражения выделяют абсолютную и относительную погрешности.

Абсолютная погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta Q_n = Q_n - Q_0,$$

где ΔQ_n – абсолютная погрешность проверяемого средства измерения;

Q_n – значение некой величины, полученное с помощью проверяемого средства измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение).

Относительная погрешность – это число, отражающее степень точности средства измерения. Относительная погрешность вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{100 \Delta Q}{Q_0},$$

где ΔQ – абсолютная погрешность;

Q_0 – настоящее (действительное) значение измеряемой величины.

Относительная погрешность выражается в процентах.

По характеру проявления погрешности подразделяют на случайные и систематические.

По отношению к условиям применения погрешности подразделяются на основные и дополнительные.

Основная погрешность средств измерения – это погрешность, которая определяется в том случае, если средства измерения применяются в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность средств измерения – это составная часть погрешности средства измерения, возникающая дополнительно, если какая—либо из влияющих величин выйдет за пределы своего нормального значения.

17. Метрологическое обеспечение измерительных систем

17. Метрологическое обеспечение измерительных систем

Метрологическое обеспечение – это утверждение и использование научно—технических и организационных основ, технических приборов, норм и стандартов с целью обеспечения единства и установленной точности измерений. Метрологическое обеспечение в своем научном аспекте базируется на метрологии.

Можно выделить следующие цели метрологического обеспечения:

- 1) достижение более высокого качества продукции;
- 2) обеспечение наибольшей эффективности системы учета;
- 3) обеспечение профилактических мероприятий, диагностики и лечения;
- 4) обеспечение эффективного управления производством;
- 5) обеспечение высокого уровня эффективности научных работ и экспериментов;
- 6) обеспечение более высокой степени автоматизации в сфере управления транспортом;
- 7) обеспечение эффективного функционирования системы нормирования и контроля условий труда и быта;
- 8) повышение качества экологического надзора;
- 9) улучшение качества и повешение надежности связи;
- 10) обеспечение эффективной системы оценивания различных природных ресурсов.

Метрологическое обеспечение технических устройств – это

совокупность научно—технических средств, организационных мероприятий и мероприятий, проводимых соответствующими учреждениями с целью достижения единства и требуемой точности измерений, а также установленных характеристик технических приборов.

Измерительная система – средство измерения, представляющее собой объединение мер, ИП, измерительных приборов и другое, выполняющих схожие функции, находящихся в разных частях определенного пространства и предназначенных для измерения определенного числа физических величин в данном пространстве.

Измерительные системы используются для:

- 1) технической характеристики объекта измерений, получаемой путем проведения измерительных преобразований некоторого количества динамически изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин;
- 2) автоматизированной обработки полученных результатов измерений;
- 3) фиксирования полученных результатов измерений и результатов их автоматизированной обработки;
- 4) перевода данных в выходные сигналы системы. Метрологическое обеспечение измерительных систем подразумевает:
 - 1) определение и нормирование метрологических характеристик для измерительных каналов;
 - 2) проверку технической документации на соответствие метрологическим характеристикам;
 - 3) проведение испытаний измерительных систем для установления типа, к которому они принадлежат;
 - 4) проведение испытаний для определения соответствия измерительной системы установленному типу;
 - 5) проведение сертификации измерительных систем;
 - 6) проведение калибровки (проверки) измерительных систем;
 - 7) обеспечение метрологического контроля над производством и использованием измерительных систем.

Измерительный канал измерительной системы – это часть измерительной системы, технически или функционально обособленная, предназначенная для выполнения определенной завершающейся функции (например, для восприятия измеряемой величины или для получения числа или кода, являющегося результатом измерений этой величины).
Разделяют:

- 1) простые измерительные каналы;

2) сложные измерительные каналы.

Простой измерительный канал – это канал, в котором используется прямой метод измерений, реализующийся посредством упорядоченных измерительных преобразований.

В сложном измерительном канале выделяют первичную часть и вторичную часть. В первичной части сложный измерительный канал является объединением некоторого числа простых измерительных каналов. Сигналы с выхода простых измерительных каналов первичной части применяются для косвенных, совокупных или совместных измерений или для получения пропорционального результату измерений сигнала во вторичной части.

Измерительный компонент измерительной системы – это средство измерений, обладающее отдельно нормированными метрологическими характеристиками. Примером измерительного компонента измерительной системы может послужить измерительный прибор. К измерительным компонентам измерительной системы принадлежат также аналоговые вычислительные устройства (устройства, выполняющие измерительные преобразования). Аналоговые вычислительные устройства принадлежат к группе устройств с одним или несколькими вводами.

Измерительные компоненты измерительных систем бывают следующих видов.

Связующий компонент – это технический прибор или элемент окружающей среды, применяющиеся в целях обмена сигналами, содержащими сведения об измеряемой величине, между компонентами измерительной системы с минимально возможными искажениями. Примером связующего компонента может послужить телефонная линия, высоковольтная линия электропередачи, переходные устройства.

Вычислительный компонент – это цифровое устройство (часть цифрового устройства), предназначенное для выполнения вычислений, с установленным программным обеспечением. Вычислительный компонент применяется для вычи

сления результатов измерений (прямых, косвенных, совместных, совокупных), которые представляют собой число или соответствующий код, вычисления производятся по итогам первичных преобразований в измерительной системе. Вычислительный компонент выполняет также логические операции и координирование работы измерительной системы.

Комплексный компонент – это составная часть измерительной системы, представляющая собой технически или территориально объединенную совокупность компонентов. Комплексный компонент завершает измерительные преобразования, а также вычислительные и логические операции, которые утверждены в принятом алгоритме обработки результатов измерений для других целей.

Вспомогательный компонент – это технический прибор, предназначенный для обеспечения нормального функционирования измерительной системы, но не принимающий участия в процессе измерительных преобразований.

Согласно соответствующим ГОСТам метрологические характеристики измерительной системы должны быть в обязательном порядке нормированы для каждого измерительного канала, входящего в измерительную систему, а также для комплексных и измерительных компонентов измерительной системы.

Как правило, изготовитель измерительной системы определяет общие нормы на метрологические характеристики измерительных каналов измерительной системы.

Нормированные метрологические характеристики измерительных каналов измерительной системы призваны:

- 1) обеспечивать определение погрешности измерений с помощью измерительных каналов в рабочих условиях;
- 2) обеспечивать эффективный контроль над соответствием измерительного канала измерительной системы нормированным метрологическим характеристикам в процессе испытаний измерительной системы. В случае, если определение или контроль над метрологическими характеристиками измерительного канала измерительной системы не могут осуществляться экспериментальным путем для всего измерительного канала, нормирование метрологических характеристик проводится для составных частей измерительного канала. Причем, объединение этих частей должно представлять собой целый измерительный канал

Нормировать характеристики погрешности в качестве метрологических характеристик измерительного канала измерительной системы можно как при нормальных условиях использования измерительных компонентов, так и при рабочих условиях, для которых характерно такое сочетание влияющих факторов, при котором модуль численного значения характеристик погрешности измерительного канала имеет максимально возможное значение. Для большей эффективности для промежуточных сочетаний влияющих факторов также нормируются характеристики погрешностей измерительного канала. Данные характеристики погрешности измерительных каналов измерительной системы необходимо проверять посредством их расчета по метрологическим характеристикам компонентов измерительной системы, представляющих собой в целом измерительный канал. Причем рассчитанные значения характеристик погрешности измерительных каналов могут и не проверяться экспериментальным путем. Но тем не менее в обязательном порядке должен осуществляться контроль метрологических характеристик для всех составных частей (компонентов) измерительной системы, нормы которых являются исходными данными в расчете.

Нормированные метрологические характеристики комплексных компонентов и измерительных компонентов должны:

- 1) обеспечивать определение характеристик погрешности измерительных каналов измерительной системы при рабочих условиях применения с использованием нормированных метрологических характеристик компонентов;
- 2) обеспечивать осуществление эффективного контроля над данными компонентами в процессе испытаний, проводимых с целью установления типа, и поверке соответствия нормированным метрологическим характеристикам. Для вычислительных компонентов измерительной системы, в случае, если их программное обеспечение не учитывалось в процессе нормирования метрологических характеристик, нормируются погрешности вычислений, источником которых является функционирование программного обеспечения (алгоритм вычислений, его программная реализация). Для вычислительных компонентов измерительной системы могут также нормироваться другие характеристики, при условии учета специфики вычислительного компонента, которая может воздействовать на характеристики составляющих частей погрешности измерительного

канала (характеристики составляющей погрешности), если составляющая погрешность возникает из—за использования данной программы обработки результатов измерений.

Техническая документация по эксплуатации измерительной системы должна включать в себя описание алгоритма и программы, работающей в соответствии с описанным алгоритмом. Данное описание должно позволять рассчитывать характеристики погрешности результатов измерений с использованием характеристик погрешности составной части измерительного канала измерительной системы, расположенной перед вычислительным компонентом.

Для связующих компонентов измерительной системы нормируются два вида характеристик:

- 1) характеристики, обеспечивающие такое значение составляющей погрешности измерительного канала, вызванной связующим компонентом, которым можно пренебречь;
- 2) характеристики, позволяющие определить значение составляющей погрешности измерительного канала, вызванной связующим компонентом.

ЛЕКЦИЯ № 2.

Метрологическое обеспечение, его основы

Метрологическое обеспечение, или сокращенно МО, представляет собой такое установление и использование научных и организационных основ, а также ряда технических средств, норм и правил, нужных для соблюдения принципа единства и требуемой точности измерений. На сегодняшний день развитие МО движется в направлении перехода от существовавшей узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к новой задаче обеспечения качества измерений. Смысл понятия «метрологическое обеспечение» расшифровывается по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. Однако данный термин применим и в виде понятия «метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, организации)», которое подразумевает МО измерений (испытаний или контроля) в данном процессе, производстве, организации. Объектом МО можно считать все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги, где жизненный цикл воспринимается как некая совокупность последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от формулирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления. Нередко на этапе разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. А в процессе разработки МО желательно использовать системный подход, при котором указанное обеспечение рассматривается как некая совокупности взаимосвязанных процессов, объединенных одной целью. Этой целью является достижение требуемого качества измерений. В научной литературе выделяют, как правило, целый ряд подобных процессов:

- 1) установление номенклатуры измеряемых параметров, а также наиболее подходящих норм точности при контроле качества продукции и управлении процессами;
- 2) технико—экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля и установление их рациональной номенклатуры;
- 3) стандартизация, унификация и агрегатирование используемой контрольно—измерительной техники;

- 4) разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МВИ);
- 5) поверка, метрологическая аттестация и калибровки КИО или контрольно—измерительного, а также испытательного оборудования, применяемого на предприятии;
- 6) контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за точным следованием правил метрологии и норм на предприятии;
- 7) участие в процессе создания и внедрения стандартов предприятия;
- 8) внедрение международных, государственных, отраслевых стандартов, а также иных нормативных документов Госстандарта;
- 9) проведение метрологической экспертизы проектов конструкторской, технологической и нормативной документации;
- 10) проведение анализа состояния измерений, разработка на его основе и проведение различных мероприятий по улучшению МО;
- 11) подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно—измерительных операций.

Организация и проведение всех мероприятий МО является прерогативой метрологических служб. В основе метрологического обеспечения лежат четыре пласта. Собственно, они и носят в научной литературе аналогичное название – основы. Итак, это научная, организационная, нормативная и техническая основы. Особое внимание хотелось бы обратить на организационные основы метрологического обеспечения. К организационным службам метрологического обеспечения относят Государственную метрологическую службу и Ведомственную метрологическую службу.

Государственная метрологическая служба, или сокращенно ГМС несет ответственность за обеспечение метрологических измерений в России на межотраслевом уровне, а также проводит контрольные и надзорные мероприятия в области метрологии. В состав ГМС входят:

- 1) государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), метрологические научно—исследовательские институты, отвечающие согласно законодательной базе за вопросы применения, хранения и создания государственных эталонов и разработку нормативных актов по вопросам поддержания единства измерений в закреплённом виде измерений;
- 2) органы ГМС на территории республик, входящих в состав РФ, органы автономных областей, органы автономных округов, областей, краев, городов Москвы и Санкт—Петербурга.

Основная деятельность органов ГМС направлена на обеспечение единства измерений в стране. Она включает создание государственных и вторичных эталонов, разработку систем передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ, государственный надзор за состоянием, применением, производством, ремонтом СИ, метрологическую экспертизу документации и важнейших видов продукции, методическое руководство МС юридических лиц. Руководство ГМС осуществляет Госстандарт.

Ведомственная метрологическая служба, которая согласно положениям Закона «Об обеспечении единства измерений» может быть создана на предприятии для обеспечения МО Во главе ее должен находиться представитель администрации, обладающий

соответствующими знаниями и полномочиями При проведении мероприятий в сферах, предусмотренных ст 13 указанного Закона, создание метрологической службы является обязательным. В числе подобных сфер деятельности можно назвать:

- 1) здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, поддержание безопасности труда;
- 2) торговые операции и взаиморасчеты между продавцами и покупателями, в которые включаются, как правило, операции с использованием игровых автоматов и других устройств;
- 3) государственные учетные операции;
- 4) оборона государства;
- 5) геодезические и гидрометеорологические работы;
- 6) банковские, таможенные, налоговые и почтовые операции;
- 7) производство продукции, поставляемой по контрактам для нужд государства в согласии с законодательной базой РФ;
- 8) контролирование и испытания качества продукции для обеспечения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- 9) сертификация товаров и услуг в обязательном порядке;
- 10) измерения, проводимые по поручению ряда госорганов: суда, арбитража, прокуратуры, государственных органов управления РФ;
- 11) регистрационная деятельность, связанная с национальными или международными рекордами в сфере спорта. Метрологическая служба государственного органа управления подразумевает в своем составе следующие компоненты:
 - 1) структурные подразделения главного метролога в составе центрального аппарата госоргана;
 - 2) головные и базовые организации метрологических служб в отраслях и подотраслях, назначаемые органом управления;
 - 3) метрологическая служба предприятий, объединений, организаций и учреждений.

Другим важнейшим разделом МО являются его научные и методические основы. Так, основным компонентом данных основ становятся Государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), которые создаются из состава находящихся в ведении Госстандарта предприятий и организаций или их структурных подразделений, выполняющих различные операции по вопросам создания, хранения, улучшения, применения и хранения госэталонов единиц величин, а, кроме того, разрабатывающих нормативные правила для целей обеспечения единства измерений, имея в своем составе высококвалифицированные кадры. Присвоение какому—либо предприятию статуса ГНМЦ, как правило, не влияет на форму его собственности и организационно—правовые формы, а означает лишь причисление их к группе объектов, обладающих особыми формами господдержки. Основными функциями ГНМЦ являются следующие:

- 1) создание, совершенствование, применение и хранение госэталонов единиц величин;

- 2) проведение прикладных и фундаментальных научно—исследовательских и конструкторских разработок в сфере метрологии, в число которых можно включить и создание различных опытно—экспериментальных установок, исходных мер и шкал для обеспечения единства измерений;
- 3) передача от госэталонов исходных данных о размерах единиц величин;
- 4) проведение государственных испытаний средств измерений;
- 5) разработка оборудования, требующегося для ГМС;
- 6) разработка и совершенствование нормативных, организационных, экономических и научных основ деятельности, направленной на обеспечение единства измерений в зависимости от специализации;
- 7) взаимодействие с метрологической службой федеральных органов исполнительной власти, организаций и предприятий, обладающих статусом юридического лица;
- 8) обеспечение информацией по поводу единства измерений предприятий и организаций
- 9) организация различных мероприятий, связанных с деятельностью ГСВЧ, ГСССД и ГССО;
- 10) проведение экспертизы разделов МО федеральных и иных программ;
- 11) организация метрологической экспертизы и измерений по просьбе ряда государственных органов: суда, арбитража, прокуратуры или федеральных органов исполнительной власти;
- 12) подготовка и переподготовка высококвалифицированных кадров;
- 13) участие в сопоставлении госэталонов с эталонами национальными, наличествующими в ряду зарубежных государств, а также участие в разработке международных норм и правил.

Деятельность ГНМЦ регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.02.94 г. № 100.

Важным компонентом основы МО являются, как было сказано выше, методические инструкции и руководящие документы, под которыми подразумеваются нормативные документы методического содержания, разрабатываются организациями, подведомственными Госстандарту Российской Федерации. Так, в сфере научных и методических основ метрологического обеспечения Госстандарт России организует:

- 1) проведение научно—исследовательских мероприятий и опытно—конструкторских работ в закрепленных областях деятельности, а также устанавливает правила проведения работ по метрологии, стандартизации, аккредитации и сертификации, а также по госконтролю и надзору в подведомственных областях, осуществляет методическое руководство этими работами;
- 2) осуществляет методическое руководство обучением в областях метрологии, сертификации и стандартизации, устанавливает требования к степени квалификации и компетентности персонала. Организует подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов.

13. Погрешность измерений

В практике использования измерений очень важным показателем становится их точность, которая представляет собой ту степень близости итогов измерения к некоторому действительному значению, которая используется для качественного сравнения измерительных операций. А в качестве количественной оценки, как правило, используется погрешность измерений. Причем чем погрешность меньше, тем считается выше точность.

Согласно закону теории погрешностей, если необходимо повысить точность результата (при исключенной систематической погрешности) в 2 раза, то число измерений необходимо увеличить в 4 раза; если требуется увеличить точность в 3 раза, то число измерений увеличивают в 9 раз и т. д.

Процесс оценки погрешности измерений считается одним из важнейших мероприятий в вопросе обеспечения единства измерений. Естественно, что факторов, оказывающих влияние на точность измерения, существует огромное множество. Следовательно, любая классификация погрешностей измерения достаточно условна, поскольку нередко в зависимости от условий измерительного процесса погрешности могут проявляться в различных группах. При этом согласно принципу зависимости от формы данные выражения погрешности измерения могут быть: абсолютными, относительными и приведенными.

Кроме того, по признаку зависимости от характера проявления, причин возникновения и возможностей устранения погрешности измерений могут быть составляющими. При этом различают следующие составляющие погрешности: систематические и случайные.

Систематическая составляющая остается постоянной или меняется при следующих измерениях того же самого параметра.

Случайная составляющая изменяется при повторных измерениях того же самого параметра случайным образом. Обе составляющие погрешности измерения (и случайная, и систематическая) проявляются одновременно. Причем значение случайной погрешности не известно заранее, поскольку оно может возникать из—за целого ряда неуточненных факторов. Данный вид погрешности нельзя исключить полностью, однако их влияние можно несколько уменьшить, обрабатывая результаты измерений.

Систематическая погрешность, и в этом ее особенность, если сравнивать ее со случайной погрешностью, которая выявляется вне зависимости от своих источников, рассматривается по составляющим в связи с источниками возникновения.

Составляющие погрешности могут также делиться на: методическую, инструментальную и субъективную. Субъективные систематические погрешности связаны с индивидуальными особенностями оператора. Такая погрешность может возникать из—за ошибок в отсчете показаний или неопытности оператора. В основном же систематические погрешности возникают из—за методической и инструментальной составляющих. Методическая составляющая погрешности определяется несовершенством метода измерения, приемами использования СИ, некорректностью расчетных формул и округления результатов. Инструментальная составляющая появляется из—за собственной погрешности СИ, определяемой классом точности, влиянием СИ на итог и разрешающей способности СИ. Есть также такое понятие, как «грубые погрешности или промахи», которые могут появляться из—за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или непредвиденных изменений ситуации измерений. Такие погрешности, как правило, обнаруживаются в процессе рассмотрения результатов измерений с помощью специальных критериев. Важным элементом данной классификации является профилактика погрешности, понимаемая как наиболее рациональный способ снижения погрешности, заключающаяся в устранении влияния какого—либо фактора.

14. Виды погрешностей

Выделяют следующие виды погрешностей:

- 1) абсолютная погрешность;
- 2) относительная погрешность;
- 3) приведенная погрешность;
- 4) основная погрешность;
- 5) дополнительная погрешность;
- 6) систематическая погрешность;
- 7) случайная погрешность;
- 8) инструментальная погрешность;
- 9) методическая погрешность;
- 10) личная погрешность;
- 11) статическая погрешность;
- 12) динамическая погрешность.

Погрешности измерений классифицируются по следующим признакам.

По способу математического выражения погрешности делятся на абсолютные погрешности и относительные погрешности.

По взаимодействию изменений во времени и входной величины погрешности делятся на статические погрешности и динамические погрешности.

По характеру появления погрешности делятся на систематические погрешности и случайные погрешности.

По характеру зависимости погрешности от влияющих величин погрешности делятся на основные и дополнительные.

По характеру зависимости погрешности от входной величины погрешности делятся на аддитивные и мультипликативные.

Абсолютная погрешность – это значение, вычисляемое как разность между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины.

Абсолютная погрешность вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta Q_n = Q_n - Q_0,$$

где ΔQ_n – абсолютная погрешность;

Q_n – значение некой величины, полученное в процессе измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение).

Абсолютная погрешность меры – это значение, вычисляемое как разность между числом, являющимся номинальным значением меры, и настоящим (действительным) значением воспроизводимой мерой величины.

Относительная погрешность – это число, отражающее степень точности измерения.

Относительная погрешность вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{100\Delta Q}{Q_0},$$

где дэльта Q – абсолютная погрешность;

Q₀ – настоящее (действительное) значение измеряемой величины.

Относительная погрешность выражается в процентах.

Приведенная погрешность – это значение, вычисляемое как отношение значения абсолютной погрешности к нормирующему значению.

Нормирующее значение определяется следующим образом:

- 1) для средств измерений, для которых утверждено номинальное значение, это номинальное значение принимается за нормирующее значение;
- 2) для средств измерений, у которых нулевое значение располагается на краю шкалы измерения или вне шкалы, нормирующее значение принимается равным конечному значению из диапазона измерений. Исключением являются средства измерений с существенно неравномерной шкалой измерения;
- 3) для средств измерений, у которых нулевая отметка располагается внутри диапазона измерений, нормирующее значение принимается равным сумме конечных численных значений диапазона измерений;
- 4) для средств измерения (измерительных приборов), у которых шкала неравномерна, нормирующее значение принимается равным целой длине шкалы измерения или длине той ее части, которая соответствует диапазону измерения. Абсолютная погрешность тогда выражается в единицах длины.

Погрешность измерения включает в себя инструментальную погрешность, методическую погрешность и погрешность отсчитывания. Причем погрешность отсчитывания возникает по причине неточности определения долей деления шкалы измерения.

Инструментальная погрешность – это погрешность, возникающая из—за допущенных в процессе изготовления функциональных частей средств измерения ошибок.

Методическая погрешность – это погрешность, возникающая по следующим причинам:

- 1) неточность построения модели физического процесса, на котором базируется средство измерения;
- 2) неверное применение средств измерений.

Субъективная погрешность – это погрешность возникающая из—за низкой степени квалификации оператора средства измерений, а также из—за погрешности зрительных

органов человека, т. е. причиной возникновения субъективной погрешности является человеческий фактор.

Погрешности по взаимодействию изменений во времени и входной величины делятся на статические и динамические погрешности.

Статическая погрешность – это погрешность, которая возникает в процессе измерения постоянной (не изменяющейся во времени) величины.

Динамическая погрешность – это погрешность, численное значение которой вычисляется как разность между погрешностью, возникающей при измерении непостоянной (переменной во времени) величины, и статической погрешностью (погрешностью значения измеряемой величины в определенный момент времени).

По характеру зависимости погрешности от влияющих величин погрешности делятся на основные и дополнительные.

Основная погрешность – это погрешность, полученная в нормальных условиях эксплуатации средства измерений (при нормальных значениях влияющих величин).

Дополнительная погрешность – это погрешность, которая возникает в условиях несоответствия значений влияющих величин их нормальным значениям, или если влияющая величина переходит границы области нормальных значений.

Нормальные условия – это условия, в которых все значения влияющих величин являются нормальными либо не выходят за границы области нормальных значений.

Рабочие условия – это условия, в которых изменение влияющих величин имеет более широкий диапазон (значения влияющих не выходят за границы рабочей области значений).

Рабочая область значений влияющей величины – это область значений, в которой проводится нормирование значений дополнительной погрешности.

По характеру зависимости погрешности от входной величины погрешности делятся на аддитивные и мультипликативные.

Аддитивная погрешность – это погрешность, возникающая по причине суммирования численных значений и не зависящая от значения измеряемой величины, взятого по модулю (абсолютного).

Мультипликативная погрешность – это погрешность, изменяющаяся вместе с изменением значений величины, подвергающейся измерениям.

Надо заметить, что значение абсолютной аддитивной погрешности не связано со значением измеряемой величины и чувствительностью средства измерений. Абсолютные аддитивные погрешности неизменны на всем диапазоне измерений.

Значение абсолютной аддитивной погрешности определяет минимальное значение величины, которое может быть измерено средством измерений.

Значения мультипликативных погрешностей изменяются пропорционально изменениям значений измеряемой величины. Значения мультипликативных погрешностей также пропорциональны чувствительности средства измерений. Мультипликативная

погрешность возникает из—за воздействия влияющих величин на параметрические характеристики элементов прибора.

Погрешности, которые могут возникнуть в процессе измерений, классифицируют по характеру появления. Выделяют:

- 1) систематические погрешности;
- 2) случайные погрешности.

В процессе измерения могут также появиться грубые погрешности и промахи.

Систематическая погрешность – это составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины. Обычно систематическую погрешность пытаются исключить возможными способами (например, применением методов измерения, снижающих вероятность ее возникновения), если же систематическую погрешность невозможно исключить, то ее просчитывают до начала измерений и в результате измерения вносятся соответствующие поправки. В процессе нормирования систематической погрешности определяются границы ее допустимых значений. Систематическая погрешность определяет правильность измерений средств измерения (метрологическое свойство).

Систематические погрешности в ряде случаев можно определить экспериментальным путем. Результат измерений тогда можно уточнить посредством введения поправки.

Способы исключения систематических погрешностей делятся на четыре вида:

- 1) ликвидация причин и источников погрешностей до начала проведения измерений;
- 2) устранение погрешностей в процессе уже начатого измерения способами замещения, компенсации погрешностей по знаку, противопоставлениям, симметричных наблюдений;
- 3) корректировка результатов измерения посредством внесения поправки (устранение погрешности путем вычислений);
- 4) определение пределов систематической погрешности в случае, если ее нельзя устранить.

Ликвидация причин и источников погрешностей до начала проведения измерений. Данный способ является самым оптимальным вариантом, так как его использование упрощает дальнейший ход измерений (нет необходимости исключать погрешности в процессе уже начатого измерения или вносить поправки в полученный результат).

Для устранения систематических погрешностей в процессе уже начатого измерения применяются различные способы

Способ введения поправок базируется на знании систематической погрешности и действующих закономерностей ее изменения. При использовании данного способа в результат измерения, полученный с систематическими погрешностями, вносят поправки, по величине равные этим погрешностям, но обратные по знаку.

Способ замещения состоит в том, что измеряемая величина заменяется мерой, помещенной в те же самые условия, в которых находился объект измерения. Способ замещения применяется при измерении следующих электрических параметров: сопротивления, емкости и индуктивности.

Способ компенсации погрешности по знаку состоит в том, что измерения выполняются два раза таким образом, чтобы погрешность, неизвестная по величине, включалась в результаты измерений с противоположным знаком.

Способ противопоставления похож на способ компенсации по знаку. Данный способ состоит в том, что измерения выполняют два раза таким образом, чтобы источник погрешности при первом измерении противоположным образом действовал на результат второго измерения.

Случайная погрешность – это составная часть погрешности результата измерения, изменяющаяся случайно, незакономерно при проведении повторных измерений одной и той же величины. Появление случайной погрешности нельзя предвидеть и предугадать. Случайную погрешность невозможно полностью устранить, она всегда в некоторой степени искажает конечные результаты измерений. Но можно сделать результат измерения более точным за счет проведения повторных измерений. Причиной случайной погрешности может стать, например, случайное изменение внешних факторов, воздействующих на процесс измерения. Случайная погрешность при проведении многократных измерений с достаточно большой степенью точности приводит к рассеянию результатов.

Промахи и грубые погрешности – это погрешности, намного превышающие предполагаемые в данных условиях проведения измерений систематические и случайные погрешности. Промахи и грубые погрешности могут появляться из—за грубых ошибок в процессе проведения измерения, технической неисправности средства измерения, неожиданного изменения внешних условий.

15. Качество измерительных приборов

Качество измерительного прибора – это уровень соответствия прибора своему прямому назначению. Следовательно, качество измерительного прибора определяется тем, насколько при использовании измерительного прибора достигается цель измерения.

Главная цель измерения – это получение достоверных и точных сведений об объекте измерений.

Для того чтобы определить качество прибора, необходимо рассмотреть следующие его характеристики:

- 1) постоянную прибора;
- 2) чувствительность прибора;
- 3) порог чувствительности измерительного прибора;
- 4) точность измерительного прибора.

Постоянная прибора – это некоторое число, умножаемое на отсчет с целью получения искомого значения измеряемой величины, т. е. показания прибора. Постоянная прибора в некоторых случаях устанавливается как цена деления шкалы, которая представляет собой значение измеряемой величины, соответствующее одному делению.

Чувствительность прибора – это число, в числителе которого стоит величина линейного или углового перемещения указателя (если речь идет о цифровом измерительном приборе, то в числителе будет изменение численного значения, а в знаменателе – изменение измеряемой величины, которое вызвало данное перемещение (или изменение численного значения)).

Порог чувствительности измерительного прибора – число, являющееся минимальным значением измеряемой величины, которое может зафиксировать прибор.

Точность измерительного прибора – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящему значению измеряемой величины. Точность измерительного прибора определяется посредством установления нижнего и верхнего пределов максимально возможной погрешности.

Практикуется подразделение приборов на классы точности, основанное на величине допустимой погрешности.

Класс точности средств измерений – это обобщающая характеристика средств измерений, которая определяется границами основных и дополнительных допускаемых погрешностей и другими, определяющими точность характеристиками. Классы точности определенного вида средств измерений утверждаются в нормативной документации. Причем для каждого отдельного класса точности утверждаются определенные требования к метрологическим характеристикам. Объединение установленных метрологических характеристик определяет степень точности средства измерений, принадлежащего к данному классу точности.

Класс точности средства измерений определяется в процессе его разработки. Так как в процессе эксплуатации метрологические характеристики как правило ухудшаются, можно по результатам проведенной калибровки (поверки) средства измерений понижать его класс точности.

7. Метрологическое обеспечение измерительных систем

Метрологическое обеспечение – это утверждение и использование научно—технических и организационных основ, технических приборов, норм и стандартов с целью обеспечения единства и установленной точности измерений. Метрологическое обеспечение в своем научном аспекте базируется на метрологии.

Можно выделить следующие цели метрологического обеспечения:

- 1) достижение более высокого качества продукции;
- 2) обеспечение наибольшей эффективности системы учета;
- 3) обеспечение профилактических мероприятий, диагностики и лечения;
- 4) обеспечение эффективного управления производством;
- 5) обеспечение высокого уровня эффективности научных работ и экспериментов;
- 6) обеспечение более высокой степени автоматизации в сфере управления транспортом;
- 7) обеспечение эффективного функционирования системы нормирования и контроля условий труда и быта;
- 8) повышение качества экологического надзора;
- 9) улучшение качества и повышение надежности связи;
- 10) обеспечение эффективной системы оценивания различных природных ресурсов.

Метрологическое обеспечение технических устройств – это совокупность научно—технических средств, организационных мероприятий и мероприятий, проводимых

соответствующими учреждениями с целью достижения единства и требуемой точности измерений, а также установленных характеристик технических приборов.

Измерительная система – средство измерения, представляющее собой объединение мер, ИП, измерительных приборов и другое, выполняющих схожие функции, находящихся в разных частях определенного пространства и предназначенных для измерения определенного числа физических величин в данном пространстве.

Измерительные системы используются для:

- 1) технической характеристики объекта измерений, получаемой путем проведения измерительных преобразований некоторого количества динамически изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин;
- 2) автоматизированной обработки полученных результатов измерений;
- 3) фиксирования полученных результатов измерений и результатов их автоматизированной обработки;
- 4) перевода данных в выходные сигналы системы. Метрологическое обеспечение измерительных систем подразумевает:
 - 1) определение и нормирование метрологических характеристик для измерительных каналов;
 - 2) проверку технической документации на соответствие метрологическим характеристикам;
 - 3) проведение испытаний измерительных систем для установления типа, к которому они принадлежат;
 - 4) проведение испытаний для определения соответствия измерительной системы установленному типу;
 - 5) проведение сертификации измерительных систем;
 - 6) проведение калибровки (проверки) измерительных систем;
 - 7) обеспечение метрологического контроля над производством и использованием измерительных систем.

Измерительный канал измерительной системы – это часть измерительной системы, технически или функционально обособленная, предназначенная для выполнения определенной завершающейся функции (например, для восприятия измеряемой величины или для получения числа или кода, являющегося результатом измерений этой величины).
Разделяют:

- 1) простые измерительные каналы;
- 2) сложные измерительные каналы.

Простой измерительный канал – это канал, в котором используется прямой метод измерений, реализующийся посредством упорядоченных измерительных преобразований.

В сложном измерительном канале выделяют первичную часть и вторичную часть. В первичной части сложный измерительный канал является объединением некоторого числа простых измерительных каналов. Сигналы с выхода простых измерительных каналов

первичной части применяются для косвенных, совокупных или совместных измерений или для получения пропорционального результату измерений сигнала во вторичной части.

Измерительный компонент измерительной системы – это средство измерений, обладающее отдельно нормированными метрологическими характеристиками. Примером измерительного компонента измерительной системы может послужить измерительный прибор. К измерительным компонентам измерительной системы принадлежат также аналоговые вычислительные устройства (устройства, выполняющие измерительные преобразования). Аналоговые вычислительные устройства принадлежат к группе устройств с одним или несколькими вводами.

Измерительные компоненты измерительных систем бывают следующих видов.

Связующий компонент – это технический прибор или элемент окружающей среды, применяющиеся в целях обмена сигналами, содержащими сведения об измеряемой величине, между компонентами измерительной системы с минимально возможными искажениями. Примером связующего компонента может послужить телефонная линия, высоковольтная линия электропередачи, переходные устройства.

Вычислительный компонент – это цифровое устройство (часть цифрового устройства), предназначенное для выполнения вычислений, с установленным программным обеспечением. Вычислительный компонент применяется для вычисления результатов измерений (прямых, косвенных, совместных, совокупных), которые представляют собой число или соответствующий код, вычисления производятся по итогам первичных преобразований в измерительной системе. Вычислительный компонент выполняет также логические операции и координирование работы измерительной системы.

Комплексный компонент – это составная часть измерительной системы, представляющая собой технически или территориально объединенную совокупность компонентов. Комплексный компонент завершает измерительные преобразования, а также вычислительные и логические операции, которые утверждены в принятом алгоритме обработки результатов измерений для других целей.

Вспомогательный компонент – это технический прибор, предназначенный для обеспечения нормального функционирования измерительной системы, но не принимающий участия в процессе измерительных преобразований.

Согласно соответствующим ГОСТам метрологические характеристики измерительной системы должны быть в обязательном порядке нормированы для каждого измерительного канала, входящего в измерительную систему, а также для комплексных и измерительных компонентов измерительной системы.

Как правило, изготовитель измерительной системы определяет общие нормы на метрологические характеристики измерительных каналов измерительной системы.

Нормированные метрологические характеристики измерительных каналов измерительной системы призваны:

- 1) обеспечивать определение погрешности измерений с помощью измерительных каналов в рабочих условиях;
- 2) обеспечивать эффективный контроль над соответствием измерительного канала измерительной системы нормированным метрологическим характеристикам в процессе

испытаний измерительной системы. В случае, если определение или контроль над метрологическими характеристиками измерительного канала измерительной системы не могут осуществляться экспериментальным путем для всего измерительного канала, нормирование метрологических характеристик проводится для составных частей измерительного канала. Причем, объединение этих частей должно представлять собой целый измерительный канал

Нормировать характеристики погрешности в качестве метрологических характеристик измерительного канала измерительной системы можно как при нормальных условиях использования измерительных компонентов, так и при рабочих условиях, для которых характерно такое сочетание влияющих факторов, при котором модуль численного значения характеристик погрешности измерительного канала имеет максимально возможное значение. Для большей эффективности для промежуточных сочетаний влияющих факторов также нормируются характеристики погрешностей измерительного канала. Данные характеристики погрешности измерительных каналов измерительной системы необходимо проверять посредством их расчета по метрологическим характеристикам компонентов измерительной системы, представляющих собой в целом измерительный канал. Причем рассчитанные значения характеристик погрешности измерительных каналов могут и не проверяться экспериментальным путем. Но тем не менее в обязательном порядке должен осуществляться контроль метрологических характеристик для всех составных частей (компонентов) измерительной системы, нормы которых являются исходными данными в расчете.

Нормированные метрологические характеристики комплексных компонентов и измерительных компонентов должны:

- 1) обеспечивать определение характеристик погрешности измерительных каналов измерительной системы при рабочих условиях применения с использованием нормированных метрологических характеристик компонентов;
- 2) обеспечивать осуществление эффективного контроля над данными компонентами в процессе испытаний, проводимых с целью установления типа, и поверке соответствия нормированным метрологическим характеристикам. Для вычислительных компонентов измерительной системы, в случае, если их программное обеспечение не учитывалось в процессе нормирования метрологических характеристик, нормируются погрешности вычислений, источником которых является функционирование программного обеспечения (алгоритм вычислений, его программная реализация). Для вычислительных компонентов измерительной системы могут также нормироваться другие характеристики, при условии учета специфики вычислительного компонента, которая может воздействовать на характеристики составляющих частей погрешности измерительного канала (характеристики составляющей погрешности), если составляющая погрешность возникает из—за использования данной программы обработки результатов измерений.

Техническая документация по эксплуатации измерительной системы должна включать в себя описание алгоритма и программы, работающей в соответствии с описанным алгоритмом. Данное описание должно позволять рассчитывать характеристики погрешности результатов измерений с использованием характеристик погрешности составной части измерительного канала измерительной системы, расположенной перед вычислительным компонентом.

Для связующих компонентов измерительной системы нормируются два вида характеристик:

- 1) характеристики, обеспечивающие такое значение составляющей погрешности измерительного канала, вызванной связующим компонентом, которым можно пренебречь;
- 2) характеристики, позволяющие определить значение составляющей погрешности измерительного канала, вызванной связующим компонентом.

Лекция 3

Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций

18. Выбор средств измерений

При выборе средств измерений в первую очередь должно учитываться допустимое значение погрешности для данного измерения, установленное в соответствующих нормативных документах.

В случае, если допустимая погрешность не предусмотрена в соответствующих нормативных документах, предельно допустимая погрешность измерения должна быть регламентирована в технической документации на изделие.

При выборе средств измерения **должны также учитываться:**

- 1) допустимые отклонения;
- 2) методы проведения измерений и способы контроля. Главным критерием выбора средств измерений является соответствие средств измерения требованиям достоверности измерений, получения настоящих (действительных) значений измеряемых величин с заданной точностью при минимальных временных и материальных затратах.

Для оптимального выбора средств измерений необходимо обладать следующими исходными **данными:**

- 1) номинальным значением измеряемой величины;
- 2) величиной разности между максимальным и минимальным значением измеряемой величины, регламентируемой в нормативной документации;
- 3) сведениями об условиях проведения измерений.

Если необходимо выбрать измерительную систему, руководствуясь критерием точности, то ее погрешность должна вычисляться как сумма погрешностей всех элементов системы (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей), в соответствии с установленным для каждой системы законом.

Предварительный выбор средств измерений производится в соответствии с критерием точности, а при окончательном выборе средств измерений должны учитываться следующие требования:

- 1) к рабочей области значений величин, оказывающих влияние на процесс измерения;
- 2) к габаритам средства измерений;
- 3) к массе средства измерений;
- 4) к конструкции средства измерений.

При выборе средств измерений необходимо учитывать предпочтительность стандартизированных средств измерений.

19. Методы определения и учета погрешностей

Методы определения и учета погрешностей измерений используются для того, чтобы:

- 1) на основании результатов измерений получить настоящее (действительное) значение измеряемой величины;
- 2) определить точность полученных результатов, т. е. степень их соответствия настоящему (действительному) значению.

В процессе определения и учета погрешностей оцениваются:

- 1) математическое ожидание;
- 2) среднеквадратическое отклонение.

Точечная оценка параметра (математического ожидания или среднеквадратического отклонения) – это оценка параметра, которая может быть выражена одним числом. Точечная оценка является функцией от экспериментальных данных и, следовательно, сама должна быть случайной величиной, распределенной по закону, зависящему от закона распределения для значений исходной случайной величины. Закон распределения значений точечной оценки будет зависеть также от оцениваемого параметра и от числа испытаний (экспериментов).

Точечная оценка бывает следующих видов:

- 1) несмещенная точечная оценка;
- 2) эффективная точечная оценка;
- 3) состоятельная точечная оценка.

Несмещенная точечная оценка – это оценка параметра погрешности, математическое ожидание которой равно этому параметру.

Эффективная точечная оценка – это точечная оценка, дисперсия которой меньше, чем дисперсия другой какой угодно оценки этого параметра.

Состоятельная точечная оценка – это оценка, которая при увеличении числа испытаний стремится к значению параметра, подвергающегося оценке.

Основные методы определения оценок:

- 1) метод максимального правдоподобия (метод Фишера);
- 2) метод наименьших квадратов.

1. Метод максимального правдоподобия основывается на идее, что сведения о действительном значении измеряемой величины и рассеивании результатов измерений, полученные путем многократных наблюдений, содержатся в ряде наблюдений.

Метод максимального правдоподобия состоит в поиске оценок, при которых функция правдоподобия проходит через свой максимум.

Оценки максимального правдоподобия – это оценки сред—неквадратического отклонения и оценки истинного значения.

Если случайные погрешности распределены по нормальному закону распределения, то оценка максимального правдоподобия для истинного значения представляет собой среднее арифметическое результатов наблюдений, а оценка дисперсии является средним арифметическим квадратов отклонений значений от математического ожидания.

Преимущества оценок максимального правдоподобия заключается в том, что данные оценки:

- 1) несмещенные асимптотически;
- 2) асимптотически эффективные;
- 3) асимптотически распределены по нормальному закону.

2. Метод наименьших квадратов состоит в том, что из определенного класса оценок берут ту оценку, у которой минимальная дисперсия (самую эффективную). Из всех линейных оценок действительного значения, где присутствуют некоторые постоянные, только среднее арифметическое сводит к наименьшему значению дисперсии. В связи с этим при условии распределения значений случайных погрешностей по нормальному закону распределения оценки, полученные с использованием метода наименьших квадратов, идентичны оценкам максимального правдоподобия. Оценка параметров с помощью интервалов проводится посредством нахождения доверительных интервалов, в пределах которых с заданными вероятностями располагаются действительные значения оцениваемых параметров.

Доверительная граница случайного отклонения – это число, представляющее собой длину доверительного интервала, разделенную пополам.

При достаточно большом количестве испытаний доверительный интервал существенно уменьшается. Если увеличивается число испытаний, то допустимо увеличить число доверительных интервалов.

Обнаружение грубых погрешностей

Грубые погрешности – это погрешности, намного превышающие предполагаемые в данных условиях проведения измерений систематические и случайные погрешности. Прوماхи и грубые погрешности могут появляться из—за грубых ошибок в процессе проведения измерения, технической неисправности средства измерения, неожиданного изменения внешних условий. Для того чтобы исключить грубые погрешности, рекомендуется до начала измерений приблизительно определить значение измеряемой величины.

В случае, если при проведении измерений выясняется, что результат отдельного наблюдения сильно отличается от других полученных результатов, нужно обязательно установить причины такого отличия. Результаты, полученные с резким отличием, можно отбросить и повторно измерить данную величину. Однако в некоторых случаях отбрасывание таких результатов может вызвать ощутимое искажение рассеивания ряда измерений. В связи с этим рекомендуется не отбрасывать необдуманно отличающиеся результаты, а дополнять их результатами повторных измерений.

Если необходимо исключить грубые погрешности в процессе обработки полученных результатов, когда уже нельзя скорректировать условия проведения измерений и провести повторные измерения, то применяются статистические методы.

Общий метод проверки статистических гипотез позволяет выяснить, присутствует ли в данном результате измерений грубая погрешность.

20. Обработка и представление результатов измерения

Обычно измерения являются однократными. При обычных условиях их точности вполне достаточно.

Результат однократного измерения представляется в следующем виде:

$$Q_i = Y_i + \Delta_i,$$

где Y_i – значение i – го показания;

Δ_i – поправка.

Погрешность результата однократного измерения определяется при утверждении метода проведения измерений.

В процессе обработки результатов измерений используются различные виды **закона распределения** (нормальный закон распределения, равномерный закон распределения корреляционный закон распределения) измеряемой величины (в данном случае она рассматривается как случайная).

Обработка результатов прямых равноточных измерений Прямые измерения – это измерения, посредством которых непосредственно получается значение измеряемой величины Равноточными или равнорассеянными называют прямые, взаимно независимые измерения определенной величины, причем результаты этих измерений могут быть рассмотрены как случайные и распределенные по одному закону распределения.

Обычно при обработке результатов прямых равноточных измерений предполагается, что результаты и погрешности измерений распределены по нормальному закону распределения.

После снятия расчетов вычисляется значение математического ожидания по формуле:

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_i – значение измеряемой величины;

n – количество проведенных измерений.

Затем, если систематическая погрешность определена, ее значение вычитают из вычисленного значения математического ожидания.

Потом вычисляется значение среднеквадратического отклонения значений измеряемой величины от математического ожидания.

Алгоритм обработки результатов многократных равноточных измерений

Если известна систематическая погрешность, то ее необходимо исключить из результатов измерений.

Вычислить математическое ожидание результатов измерений. В качестве математического ожидания обычно берется среднее арифметическое значений.

Установить величину случайной погрешности (отклонения от среднего арифметического) результата однократного измерения.

Вычислить дисперсию случайной погрешности. Вычислить среднеквадратическое отклонение результата измерения.

Проверить предположение, что результаты измерений распределены по нормальному закону.

Найти значение доверительного интервала и доверительной погрешности.

Определить значение энтропийной погрешности и энтропийного коэффициента.

21. Поверка и калибровка средств измерений

Калибровка средств измерений – это комплекс действий и операций, определяющих и подтверждающих настоящие (действительные) значения метрологических характеристик и (или) пригодность средств измерений, не подвергающихся государственному метрологическому контролю.

Пригодность средства измерений – это характеристика, определяющаяся соответствием метрологических характеристик средства измерения утвержденным (в нормативных документах, либо заказчиком) техническим требованиям Калибровочная лаборатория определяет пригодность средства измерений.

Калибровка сменила поверку и метрологическую аттестацию средств измерений, которые проводились только органами государственной метрологической службы. Калибровка, в отличие от поверки и метрологической аттестации средств измерений, может осуществляться любой метрологической службой при условии, что у нее есть возможность обеспечить соответствующие условия для проведения калибровки. Калибровка осуществляется на добровольной основе и может быть проведена даже метрологической службой предприятия.

Но тем не менее метрологическая служба предприятия обязана выполнять определенные требования. Основное требование к метрологической службе – обеспечение соответствия рабочего средства измерений государственному эталону, т. е. калибровка входит в состав национальной системы обеспечения единства измерений.

Выделяют **четыре метода поверки** (калибровки) средств измерений:

- 1) метод непосредственного сравнения с эталоном;
- 2) метод сличения при помощи компьютера;
- 3) метод прямых измерений величины;
- 4) метод косвенных измерений величины.

Метод непосредственного сличения с эталоном средства

измерений, подвергаемого калибровке, с соответствующим эталоном определенного разряда практикуется для различных средств измерений в таких сферах, как электрические измерения, магнитные измерения, определение напряжения, частоты и силы тока. Данный метод базируется на осуществлении измерений одной и той же

физической величины калибруемым (поверяемым) прибором и эталонным прибором одновременно. Погрешность калибруемого (поверяемого) прибора вычисляется как разность показаний калибруемого прибора и эталонного прибора (т. е. показания эталонного прибора принимаются за настоящее значение измеряемой физической величины).

Преимущества метода непосредственного сличения с эталоном:

- 1) простота;
- 2) наглядность;
- 3) возможность автоматической калибровки (поверки);
- 4) возможность проведения калибровки с помощью ограниченного количества приборов и оборудования.

Метод сличения с помощью компьютера осуществляется с использованием компаратора – специального прибора, посредством которого проводится сравнение показаний калибруемого (поверяемого) средства измерений и показаний эталонного средства измерений. Необходимость использования компаратора обусловливается невозможностью провести непосредственное сравнение показаний средств измерений, измеряющих одну и ту же физическую величину. Компаратором может быть средство измерения, одинаково воспринимающее сигналы эталонного средства измерения и калибруемого (поверяемого) прибора. Преимущество данного метода в последовательности во времени сравнения величин.

Метод прямых измерений величины используется в случаях, когда есть возможность провести сравнение калибруемого средства измерения с эталонным в установленных пределах измерений. Метод прямых измерений базируется на том же принципе, что и метод непосредственного сличения. Различие между этими методами состоит в том, что при помощи метода прямых измерений осуществляется сравнение на всех числовых отметках каждого диапазона (поддиапазона).

Метод косвенных измерений используется в случаях, когда настоящие (действительные) значения измеряемых физических величин невозможно получить посредством прямых измерений или когда косвенные измерения выше по точности, чем прямые измерения. При использовании данного метода для получения искомого значения сначала ищут значения величин, связанных с искомой величиной известной функциональной зависимостью. А затем на основании этой зависимости находится расчетным путем искомое значение. Метод косвенных измерений, как правило, используется в установках автоматизированной калибровки (поверки).

Для того чтобы передача размеров единиц измерений рабочим приборам от эталонов единиц измерений осуществлялась без больших погрешностей, составляются и применяются поверочные схемы.

Поверочные схемы – это нормативный документ, в котором утверждается соподчинение средств измерений, принимающих участие в процессе передачи размера единицы измерений физической величины от эталона к рабочим средствам измерений посредством определенных методов и с указанием погрешности. Поверочные схемы утверждают метрологическое подчинение государственного эталона, разрядных эталонов и средств измерений.

Поверочные схемы разделяют на:

- 1) государственные поверочные схемы;
- 2) ведомственные поверочные схемы;
- 3) локальные поверочные схемы.

Государственные поверочные схемы устанавливаются и действуют для всех средств измерений определенного вида, использующихся в пределах страны.

Ведомственные поверочные схемы устанавливаются и действуют на средства измерений данной физической величины, подлежащие ведомственной поверке. Ведомственные поверочные схемы не должны вступать в противоречие с государственными поверочными схемами, если они установлены для средств измерений одних и тех же физических величин. Ведомственные поверочные схемы могут быть установлены при отсутствии государственной поверочной схемы. В ведомственных поверочных схемах возможно непосредственно указывать определенные типы средств измерений.

Локальные поверочные схемы используются метрологическими службами министерств и действуют также и для средств измерений предприятий, им подчиненных. Локальная поверочная схема может распространяться на средства измерений, использующиеся на определенном предприятии. Локальные поверочные схемы в обязательном порядке должны отвечать требованиям соподчиненности, утвержденным государственной поверочной схемой. Составлением государственных поверочных схем занимаются научно—исследовательские институты Госстандарта Российской Федерации. Научно—исследовательские институты Госстандарта являются обладателями государственных эталонов.

Ведомственные поверочные схемы и локальные поверочные схемы представляются в виде чертежей.

Государственные поверочные схемы устанавливаются Госстандартом РФ, а локальные поверочные схемы – метрологическими службами либо руководителями предприятий.

В поверочной схеме утверждается порядок передачи размера единиц измерений одной или нескольких физических величин от государственных эталонов рабочим средствам измерений. Поверочная схема должна содержать по меньшей мере две ступени передачи размера единиц измерений.

На чертежах, представляющих поверочную схему, должны присутствовать:

- 1) наименования средств измерений;
- 2) наименования методов поверки;
- 3) номинальные значения физических величин;
- 4) диапазоны номинальных значений физических величин;
- 5) допустимые значения погрешностей средств измерений;
- 6) допустимые значения погрешностей методов поверки.

22. Правовые основы метрологического обеспечения. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений»

Единство измерений – это характеристика измерительного процесса, означающая, что результаты измерений выражаются в установленных и принятых в законодательном

порядке единицах измерений и оценка точности измерений имеет надлежащую доверительную вероятность.

Главные принципы единства измерений:

- 1) определение физических величин с обязательным использованием государственных эталонов;
- 2) использование утвержденных в законодательном порядке средств измерений, подвергнутых государственному контролю и с размерами единиц измерения, переданными непосредственно от государственных эталонов;
- 3) использование только утвержденных в законодательном порядке единиц измерения физических величин;
- 4) обеспечение обязательного систематического контроля над характеристиками эксплуатируемых средств измерений в определенные промежутки времени;
- 5) обеспечение необходимой гарантированной точности измерений при применении калиброванных (поверенных) средств измерений и установленных методик выполнения измерений;
- 6) использование полученных результатов измерений при обязательном условии оценки погрешности данных результатов с установленной вероятностью;
- 7) обеспечение контроля над соответствием средств измерений метрологическим правилам и характеристикам;
- 8) обеспечение государственного и ведомственного надзора за средствами измерений.

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» был принят в 1993 г. До принятия данного Закона нормы в области метрологии не были регламентированы законодательно. На момент принятия в Законе присутствовало много новшеств начиная от утвержденной терминологии и заканчивая лицензированием метрологической деятельности в стране. В Законе были четко разграничены обязанности государственного метрологического контроля и государственного метрологического надзора, установлены новые правила калибровки, введено понятие добровольной сертификации средств измерений.

Основные положения.

Прежде всего цели закона состоят в следующем:

- 1) осуществление защиты законных прав и интересов граждан Российской Федерации, правопорядка и экономики РФ от возможных негативных последствий, вызванных недостоверными и неточными результатами измерений;
- 2) помощь в развитии науки, технике и экономике посредством регламентирования использования государственных эталонов единиц величин и применения результатов измерений, обладающих гарантированной точностью. Результаты измерений должны быть выражены в установленных в стране единицах измерения;
- 3) способствование развитию и укреплению международных и межфирменных отношений и связей;
- 4) регламентирование требований к изготовлению, выпуску, использованию, ремонту, продаже и импорту средств измерений, производимых юридическими и физическими лицами;

5) интеграция системы измерений Российской Федерации в мировую практику.

Сферы приложения Закона: торговля; здравоохранение; защита окружающей среды; экономическая и внешнеэкономическая деятельность; некоторые сферы производства, связанные с калибровкой (поверкой) средств измерений метрологическими службами, принадлежащими юридическим лицам, проводимой с применением эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин.

В Законе законодательно утверждены основные понятия:

- 1) единство измерений;
- 2) средство измерений;
- 3) эталон единицы величины;
- 4) государственный эталон единицы величины;
- 5) нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- 6) метрологическая служба;
- 7) метрологический контроль;
- 8) метрологический надзор;
- 9) калибровка средств измерений;
- 10) сертификат о калибровке.

Все определения, утвержденные в Законе, базируются на официальной терминологии Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ).

В основных статьях закона регламентируется:

- 1) структура организации государственных органов управления обеспечением единства измерений;
- 2) нормативные документы, обеспечивающие единство измерений;
- 3) установленные единицы измерения физических величин и государственные эталоны единиц величин;
- 4) средства измерений;
- 5) методы измерений.

Закон утверждает Государственную метрологическую службу и другие службы, занимающиеся обеспечением единства измерений, метрологические службы государственных органов управления и формы осуществления государственного метрологического контроля и надзора.

В Законе содержатся статьи, регламентирующие калибровку (поверку) средств измерений и их сертификацию.

В Законе определяются виды ответственности за нарушения Закона.

В Законе утверждается состав и полномочия Государственной метрологической службы.

В соответствии с Законом создан институт лицензирования метрологической деятельности с целью защиты законных прав потребителей. Правом выдачи лицензии обладают только органы Государственной метрологической службы.

Установлены новые виды государственного метрологического надзора:

- 1) за количеством отчуждаемых товаров;
- 2) за количеством товаров в упаковке в процессе их расфасовки и продажи.

В соответствии с положениями Закона увеличивается область распространения государственного метрологического контроля. В нее добавились банковские операции, почтовые операции, налоговые операции, таможенные операции, обязательная сертификация продукции.

В соответствии с Законом вводится основанная на добровольном принципе Система сертификации средств измерений, осуществляющая проверку средств измерений на соответствие метрологическим правилам и требованиям российской системы калибровки средств измерений.

Лекция 4.

СЕРТИФИКАЦИЯ

3.1. Основные понятия и определения в области сертификации

Сертификация — методическая и практическая деятельность специально уполномоченного органа власти, направленная на определение, проверку и документальное подтверждение действующих квалификационных требований к персоналу, процессам, процедурам или изделиям.

Сертификация продукции — процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя и потребителя организация удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует установленным требованиям.

Сертификат соответствия — документ, подтверждающий соответствие сертифицированной продукции установленным требованиям.

Система сертификации — система, осуществляющая сертификацию и управление процессом по собственным установленным правилам.

Знак соответствия — зарегистрированный в установленном порядке знак, который подтверждает соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

Знак обращения на рынке — обозначение, служащее для формирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Декларация о соответствии — документ, в котором изготовитель удостоверяет, что поставляемая продукция соответствует установленным требованиям.

Декларирование соответствия — форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Оценка соответствия — периодическая проверка соответствия заданным требованиям. Основные методы оценки соответствия при сертификации — измерения, испытания и контроль.

Измерение — совокупность операций по нахождению значения физической величины с помощью специальных технических средств с учетом экспериментального сравнения данной физической величины с однородной физической величиной, значение которой принято за единицу.

Испытание — совокупность операций, направленных на получение количественных или качественных характеристик продукции и оценку возможности выполнять необходимые функции в заданных условиях; технический процесс по определению характеристик данной продукции в соответствии с установленными требованиями.

Контроль — совокупность действий по установлению соответствия характеристик продукции заданным в нормативных документах требованиям. По результатам испытаний составляется протокол испытаний, на основании которого и осуществляется контроль.

Система испытаний включает:

- объект испытания (изделие, продукция);
- категорию испытания;
- испытательное оборудование (в том числе поверочные или регистрирующие средства);
- исполнителей испытания;
- нормативно-техническую документацию на испытания (программу, методики).

3.2. Основные цели и объекты сертификации

К объектам сертификации относятся: продукция, услуги, работы, системы качества, персонал, рабочие места и пр.

Цели сертификации:

- содействие потребителям в выборе продукции;
- защита потребителя от недобросовестности изготовителя;
- подтверждение показателей качества продукции;
- содействие организациям, создание условий для их деятельности на едином товарном рынке РФ;
- создание условий организациям для участия в международной торговле, содействие в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве.

Принципы сертификации:

- законодательная основа сертификации;
- открытость системы сертификации;
- гармонизация правил и рекомендации по сертификации с международными нормами и правилами;
- открытость и закрытость информации по сертификации.

Основной законодательной базой сертификации в РФ являются Законы «О техническом регулировании» и «О защите прав потребителей». В работах по сертификации участвуют предприятия, учреждения, организации независимо от форм собственности и

государственной принадлежности. При сертификации должно осуществляться информирование всех ее участников — изготовителей, потребителей, органов по сертификации, общественных организаций, предприятий, отдельных лиц о правилах и результатах сертификации. При этом в процессе сертификации должна соблюдаться конфиденциальность информации, составляющей коммерческую тайну.

3.3. Развитие сертификации

1920 г. — Немецкий институт стандартов (DIN) учредил знак соответствия стандартам DIN.

1920-1930 гг. — в Германии начинает действовать система сертификации под эгидой Немецкой электротехнической ассоциации (VDE).

1938 г. — во Франции создана национальная система сертификации знака NF.

1979 г. — в СССР принято постановление «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы». Создаются организации по государственным испытаниям и оценке качества продукции.

1984 г. — издано постановление о сертификации экспортной продукции.

1986 г. — введен в действие временный порядок сертификации продукции машиностроения.

1992 г. — принят закон «О защите прав потребителей».

1992 г. — в России введена в действие система обязательной сертификации ГОСТ Р.

1993 г. — издан закон «О сертификации продукции и услуг».

2002г. — принят закон «О техническом регулировании».

2003г. — отменено действие закона «О сертификации».

3.4. Правовые основы сертификации

Законодательно-правовой базой работ по сертификации являются:

законы РФ «О техническом регулировании», «О защите прав потребителей», «Об информации, информатизации и защите информации», «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;

постановления правительства РФ и другие подзаконные акты.

Обязательная система документов, обеспечивающих выполнив работ по сертификации:

1. Законодательные акты РФ — вводят обязательную сертификацию конкретных объектов, создают соответствующие символы сертификации.

2. Постановления Правительства РФ — вводят перечни продукции, услуг, подлежащих сертификации, правила выполнения сертификации отдельных видов работ (услуг).

3. Основополагающие, организационно-методические документы — определяют

участников сертификации, требования к организации работ по сертификации.

4. Организационно-методические документы — выступают в виде правил или норм.

5. Классификаторы, перечни и номенклатуры — обеспечение участников сертификации необходимыми сведениями продукции, услугах. В работах по сертификации используются Общероссийский классификатор продукции» (ОКП) для обозначения и идентификации продукции с помощью 6-разрядного кода; «Общероссийский классификатор услуг населению» (ОКУН) для обозначения и идентификации с помощью 6-разрядного кода работ и услуг и т.д. Целью применения перечней является обеспечение участников работ по сертификации необходимыми сведениями о продукции и услугах, подлежащих обязательной сертификации. На основе перечней, установленных Правительством РФ, Госстандартом совместно с Госстроем и Минздравом РФ, разрабатывается номенклатура объектов, подлежащих обязательной сертификации, которая обеспечивает всех участников работ по сертификации сведениями о развернутой номенклатуре продукции, о нормативных документах, на основе которых осуществляется сертификация.

Справочные-информационные материалы (представляют собой фактографические базы данных) — содержат расширенную информацию об объектах, зарегистрированных в Госреестре (о продукции, системах сертификации, экспертах и т.д.).

К необязательным документам относятся рекомендательные документы, в которых развиваются и конкретизируются вопросы организации сертификации, методы, формы для различных процедур сертификации с целью повышения эффективности работы специалистов.

В законе «О техническом регулировании» регламентируются:

- понятие и цели сертификации;
- отношения в области сертификации;
- международное сотрудничество в области сертификации;
- полномочия федерального органа исполнительной власти в области сертификации;
- принципы и формы подтверждения соответствия;
- нормативные документы по сертификации и предъявляемые к ним требования;
- понятие системы сертификации;
- понятие и правила добровольной и обязательной сертификации;
- правомочия и обязанности федеральных органов исполнительной власти в области сертификации;
- обязанности изготовителей;
- условия ввоза импортной продукции;
- условия признания результатов подтверждения соответствия;
- порядок финансирования работ по сертификации и государственному контролю и надзору;
- ответственность за нарушение положений закона.

3.5. Подтверждение соответствия

Подтверждение соответствия — документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Цели подтверждения соответствия:

- для удостоверения соответствия продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;
- для содействия потребителям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- для повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- для создания условий по обеспечению свободного перемещения товаров по территории РФ;
- для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

Принципы подтверждения соответствия:

- доступность информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимость применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установление перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшение сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимость принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защита имущественных интересов заявителей;
- соблюдение коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимость подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия разрабатывается и применяется независимо от страны и места происхождения продукции. На разработку и применение подтверждения соответствия не влияют условия осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок, изготовители, исполнители, продавцы, потребители.

3.6. Формы подтверждения соответствия

Формы подтверждения соответствия:

добровольное подтверждение соответствия — осуществляется в форме добровольной сертификации;

обязательное подтверждение соответствия — осуществляется в следующих формах:

принятие декларации о соответствии (декларирование соответствия);

обязательная сертификация.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования.

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом на соответствие требованиям технического регламента. Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации. Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом с учетом степени риска недостижения целей технических регламентов.

Методика определения стоимости работ по обязательному подтверждению соответствия устанавливается Правительством РФ. Она предусматривает применение единых правил и принципов установления цен на продукцию одинаковых или сходных видов независимо от страны и места ее происхождения, а также лиц, которые являются заявителями.

Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;
- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра).

3.7. Обязательная сертификация

Обязательная сертификация — подтверждение уполномоченным органом соответствия продукции требованиям технических регламентов. При обязательной сертификации действие сертификата и знака соответствия распространяется на всей территории Российской Федерации. Организация и проведение работ по сертификациям возлагается на федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Госстандарт РФ.

Осуществляется обязательная сертификация органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Участники работ по сертификации: изготовители продукции (услуг); органы по сертификации, испытательные лаборатории, центры.

Формы обязательной сертификации продукции устанавливаются специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области сертификации с учетом сложившейся международной и зарубежной практики. Подтверждение соответствия может также проводиться посредством принятия изготовителем декларации о соответствии, в которой изготовитель удостоверяет, что поставляемая им продукция соответствует установленным требованиям. Участниками обязательной сертификации являются специально уполномоченный и иные федеральные органы исполнительной власти в области сертификации, органы по сертификации, испытательные лаборатории, изготовители (продавцы, исполнители) продукции, а также центральные органы систем сертификации, определяемые в необходимых случаях для организации и координации работ в системах сертификации однородной продукции. К проведению работ по обязательной сертификации допускаются аккредитованные организации любых

организационно-правовых форм, если они не являются изготовителями и потребителями сертифицированной ими продукции.

Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации. Срок действия сертификата соответствия определяется соответствующим техническим регламентом.

3.8. Органы по сертификации

Функции органов сертификации:

- 1) формирование (комплектация) и актуализация фонда нормативных документов;
- 2) разработка и ведение организационно-методических документов данной системы сертификации;
- 3) проведение сертификации по заявкам заявителей;
- 4) определение по каждой конкретной заявке испытаний лабораторией и органа по проверке производств, если это предусмотрено схемой сертификации;
- 5) оформление и выдача сертификата соответствия, его регистрация в государственном реестре системы;
- 6) инспекционный контроль за сертифицированными работами по охране труда в организациях;
- 7) приостановка либо отмена действия выданных сертификатов безопасности;
- 8) ведение банка данных организаций — обладателей сертификатов безопасности;
- 9) ведение реестра привлекаемых для целей сертификации независимых организаций и экспертов по сертификации;
- 10) признание зарубежных сертификатов и доведение принятых решений до сведения заявителей;
- 11) организация с привлечением территориальных организаций ГОСТ России инспекционного контроля за стабильностью характеристик продукции.

Органы сертификации создаются на базе организаций, имеющих статус юридического лица и являющихся третьей стороной. Назначение руководителей органов согласуется с ГОСТ России.

Орган по сертификации должен:

- обладать соответствующей структурой и разрабатывать процедуры, необходимые для внесения изменений, уточнения номенклатуры установленных в нормативной документации требований;
- осуществлять свою деятельность в соответствии с положением, разработанным на основе Правил аккредитации органов по сертификации;
- в положении об органе по сертификации должны быть установлены область аккредитации, юридический статус, состав и структура, функции, права, обязанности, ответственность, взаимодействие с другими органами и организациями, а также испытательными лабораториями при проведении измерений, финансовые и другие аспекты деятельности;
- иметь документально оформленную систему качества, отвечающую характеру и объему выполнения работ;
- в качестве основополагающего документа системы качества иметь руководство по качеству, обеспечивающее уверенность в возможности деятельности органа по

сертификации;

- иметь структуру, обеспечивающую возможность выполнения всех возложенных функций по сертификации в соответствии с областью аккредитации;
- вести учет сведений о квалификации, обучении, профессиональном опыте каждого работника, а также внештатных экспертов по сертификации;
- предоставлять возможность повышения квалификации своим работникам;
- вести учет документации по сертификации;
- обеспечивать конфиденциальность хранящейся документации.

При проведении работ по сертификации аккредитованным органом по сертификации решаются задачи по подготовке и принятию решения о целесообразности выдачи сертификата с учетом следующих факторов:

полноты, точности и достоверности эталонных исходных данных и измеряемых параметров, представленных в документации;

корректности и точности обобщения результатов испытаний и получения адекватных сводных показателей качества;

однородности и достоверности данных об объекте испытаний с учетом адекватных оценок уровню испытаний.

Кроме того, в процессе сертификации решаются следующие задачи:

Совершенствование систем выделения контролируемых показателей качества по видам объектов сертификации, методов и средств выбора и оценки необходимого набора показателей;

Разработка и развитие программно-инструментальных средств обеспечения испытаний;

Развитие и совершенствование фонда методических и нормативных документов, регламентирующих сертификацию;

Создание и актуализация архивов образцов объектов сертификации, методик, тестов и результатов испытаний;

Осуществление сбора и распространения информации о сертифицированных объектах;

Проведение систематической работы по созданию и совершенствованию методик и средств испытаний.

Оязанности органа по сертификации:

- соблюдение установленных сроков сертификации;
- обеспечение достоверности и объективности результатов сертификации, конфиденциальности полученной информации;
- соблюдение порядка рассмотрения апелляций в случае несогласия проверяемых организаций с результатами работы;
- представление информации о своей деятельности;

•
приостановление деятельности в случае приостановки действия аттестата аккредитации.

Сертификационные испытания

Сертификационные испытания — совокупность операций, проводимых для оценки соответствия функциональных показателей условиям эксплуатации, способности противостоять воздействию внешних факторов и соответствовать критериям надежности. Как правило, сертификационные испытания проводят независимые от производителя испытательные центры. По результатам испытаний выдается сертификат или знак соответствия продукции требованиям нормативно-технической документации.

Элементы процесса испытаний:

- объект испытания — подвергающийся определенным операциям (измерения, диагностика и т.д.) для установления или контроля каких-либо характеристик (техническая пригодность, надежность и т.д.) объект (например, проходящая испытания продукция);
- условия испытания — совокупность реальных или моделируемых воздействующих факторов, режимов функционирования объекта при испытаниях;
- средства испытаний — технические устройства (оборудование, средства измерений и т.д.), необходимые для проведения испытаний;
- исполнители испытаний — квалифицированный персонал, участвующий в процессе испытаний.

Результат испытаний — оценка соответствия установленным нормам и требованиям, результаты анализа качества функционирования, оценка характеристик свойств объекта.

При сертификационных испытаниях производитель (поставщик) обязан:

- определить, какие измерения следует проводить и с какой точностью;
- выбрать соответствующее контрольное, измерительное и испытательное оборудование, способное обеспечить необходимую точность и сходимости измерений;
- выявить все контрольное, измерительное и испытательное оборудование, которое может влиять на качество продукции;
- проводить периодическую поверку оборудования с учетом необходимых стандартов;
- проводить выбор методики поверки контрольного, измерительного и испытательного оборудования (включая критерии приемки и разработку мер, предпринимаемых в случае получения неудовлетворительных результатов);
- определять статус поверки;
- вести регистрацию данных о поверке контрольного, измерительного и испытательного оборудования;
- оценить предыдущие результаты контроля и испытаний, документировать их действенность, если обнаружено, что поверка контрольного, измерительного и испытательного оборудования утратила силу;
- обеспечить необходимое соответствие условий окружающей среды для проведения поверок, контроля, измерений и испытаний;
- обеспечить проведение погрузочно-разгрузочных работ, консервации и хранения таким образом, чтобы точность и пригодность контрольного, измерительного и испытательного оборудования были сохранены;
- не допускать регулировок контрольных, измерительных и испытательных средств, включая аппаратное и программное обеспечение испытаний, которые сделали бы недействительной ранее осуществленную поверку.

3.9. Виды испытаний

1. В зависимости от стадии жизненного цикла:

- исследовательские — могут проводиться на любом этапе, обычно проводятся на этапе исследования. Подразделяются на:
 - а) определительные — проводятся для нахождения значений одной или нескольких величин с заданной точностью и достоверностью;
 - б) оценочные — проводятся для установления факта годности объекта установленным требованиям;
- предварительные — проводятся для определения возможности предъявления образцов на приемочные испытания;
- доводочные — проводятся на стадии научно-исследовательской работы для оценки влияния вносимых в техническую документацию изменений;
- приемочные — проводятся для определения целесообразности и возможности постановки продукции на производство;
- квалификационные — проводятся в случае, если изготовители опытных образцов и серийной продукции разные или если предприятие планирует выпуск продукции по лицензии стороннего предприятия, для оценки возможности предприятия к серийному производству;
- предъявительские — проводятся перед предъявлением готовой продукции потребителю (покупателю);
- приемо-сдаточные — проводятся выборочно для оценки пригодности продукции к поставке или использованию;
- периодические — проводятся для контроля качества и подтверждения возможности продолжения изготовления изделий по действующим технологиям и методам;
- типовые — проводятся для контроля однотипной продукции, изготавливаемой по единой методике, и для оценки эффективности изменений, вносимых в конструкцию или технологический процесс;
- контрольные (инспекционные) — проводятся для контроля качества объекта;
- сертификационные — проводятся для определения соответствия продукции установленным нормативным требованиям.

2. В зависимости от уровня проведения:

- государственные — испытания, результаты которых используются при аттестации продукции по категориям качества (приемочные, квалификационные, инспекционные, сертификационные и периодические испытания);
- межведомственные — проводятся, как правило, при приемочных испытаниях комиссией, состоящей из представителей нескольких министерств (ведомств).

3. В зависимости от места и условий проведения:

- лабораторные — проводятся в лабораторных условиях;
- стендовые — проводятся на испытательном оборудовании;
- полигонные — проводятся на испытательном полигоне;
- натурные — проводятся в условиях, соответствующих условиям использования по прямому назначению;
- с использованием разработанных моделей — проводятся на физической модели (упрощенной, уменьшенной) изделия или его составных частей.

4. В зависимости от времени проведения:

- нормальные — время проведения испытания соответствует времени, предусмотренному в условиях эксплуатации;
- ускоренные — методы и условия проведения испытания обеспечивают получение необходимой информации о характеристиках свойств объекта в более короткий срок, чем при нормальных испытаниях;
- сокращенные — испытания, проводимые по сокращенной программе.

5.В зависимости от внешних факторов:

- механические — проводятся для определения допустимых нагрузок при различных механических воздействиях;
- климатические — проводятся для оценки характеристик продукции после определенных климатических воздействий;
- биологические — проводятся при специальных условиях;
- радиационные — проводятся для оценки характеристик продукции после радиационных воздействий;
- электрические — проводятся до определения степени электрических воздействий на характеристики продукции;
- электромагнитных полей — проводятся для оценки воздействия такого рода полей на продукцию;
- термические — проводятся для оценки характеристик продукции после определенных температурных воздействий;
- специальных сред — проводятся для оценки влияния специальных сред на характеристики продукции.

6.В зависимости от результатов воздействия:

- разрушающие — испытания, после проведения которых объект не может функционировать;
- неразрушающие — испытания, проведение которых не влияет на эксплуатацию объекта.

7.В зависимости от определяемых характеристик:

- функциональные — проводятся с целью определения показателей назначения объекта;
- граничные — проводятся для определения зависимостей между предельно допустимыми значениями параметров объекта и режимом эксплуатации;
- технологические — проводятся при изготовлении продукции с целью обеспечения ее технологичности.

43. Метрологическое обеспечение испытаний

Метрологическую основу процесса испытаний составляют:

- комплекс стандартов, регламентирующих организационно-методические и нормативно-технические основы испытаний;
- комплекс стандартов системы разработки и постановки продукции на производство;
- комплекс стандартов государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ);
- нормативно-технические и технические документы, регламентирующие требования к продукции и методам ее испытаний;
- нормативно-технические документы, регламентирующие требования к средствам испытаний и порядок их использования.

Основной документ, определяющий качество технологического процесса испытаний, — методика испытаний. Программу и методы испытания устанавливают в

сертификационной документации и указывают в положении по сертификации.
Нормативно - методическая основа обеспечения единства испытаний:

- стандарты на методы испытаний продукции, а также разделы методов испытаний в стандартах и технических условиях на конкретную продукцию;
- программы и методики испытаний продукции;
- организационно-методические документы, устанавливающие порядок деятельности испытательных подразделений, регламентирующие общие требования к испытаниям продукции, а также надзор за их проведением;
- стандарты «Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ)». Основные стандарты, применяемые при проведении испытаний и измерений:

ГОСТ Р 51672-2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения»;

ГОСТ Р ИСО 5725 «Точность (правильность и прецизионность), методов и результатов измерений (в шести частях)»;

ГОСТ Р 8.563-96 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений»;

ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений»;

ГОСТ Р ИСО/МЭК «17025-2000 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;

ГОСТ 16304-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения».

Метрологическое обеспечение испытаний продукции

предполагает:

- наличие необходимых средств измерений, зарегистрированных в Госреестре;
- наличие испытательного оборудования, соответствующего требованиям нормативных документов на методики проведения испытаний;
- применение аттестованных методик выполнения измерений;
- наличие протоколов первичной и периодической аттестации испытательного оборудования, графиков их проведения;
- удовлетворительное состояние средств измерений и испытательного оборудования, наличие и соблюдение графиков их поверки и аттестации;
- условия размещения испытательного оборудования и средств измерений;
- соблюдение условий выполнения измерений и испытаний;
- наличие и достаточность средств измерений, представленных для проведения периодической аттестации испытательного оборудования.

Технической основой обеспечения единства испытаний являются аттестованное испытательное оборудование и поверенные средства измерений, средства аттестации и поверки.

3.10. Планирование эксперимента

Любому виду испытания предшествует план эксперимента.

Планирование экспериментов — проведение специально спланированных исследований, опирающихся на статистическую обработку данных, для получения результатов с определенным уровнем доверия. Эти данные затем могут быть использованы для проверки их соответствия определенному стандарту или сравнительной оценки нескольких систем. Специальная организационная подготовка и условия, в которых должны быть проведены эксперименты, носят название планирования экспериментов, а само планирование осуществляется с целью определения условий, при которых должны выполняться эксперименты.

В планировании экспериментов используются преднамеренные изменения в исследуемой системе, применяется статистическая оценка этих изменений в данной системе. В результате появляется возможность определения основных характеристик системы или исследования влияния одного или нескольких факторов на эти характеристики. Информация, полученная в результате запланированного эксперимента, может быть использована для создания математической модели, описывающей изучаемые характеристики системы в зависимости от исходных данных.

Планирование включает:
выбор установленных правил отбора образцов;
определение объема выборки и продолжительности времени испытаний;
выбор критериев приемки.

При проверке или оценке изучаемой характеристики существует риск выработки неправильных решений из-за случайного характера полученных результатов. Это относится к оценкам, сделанным вопреки требованиям описываемого стандарта и, что более важно, при сравнении двух или более систем. Планирование экспериментов позволяет получить оценки с определенной достоверностью результатов, т.е. уровнем доверия.

Другим преимуществом планирования экспериментов является относительная эффективность и производительность при исследовании влияния (если такое имеется) различных факторов и взаимосвязи между ними. Эффективность метода особенно проявляется при работе с комплексными процессами, которые охватывают большое число потенциальных факторов воздействия. Дальнейшие результаты оценки, сделанные на основании выполняемых экспериментов, могут быть представлены с определенным уровнем доверия и необходимой точностью.

При исследовании системы существует риск ошибочного предположения о влияющих причинах на основании случайной корреляции между двумя или более переменными. Риск неправильного предположения может быть уменьшен при использовании принципов планирования экспериментов.

3.11. Методы и программы испытаний

Метод испытания — установленные технические правила проведения испытаний.

Надежность — вероятность удовлетворительного выполнения определенной функции или функций в заданных условиях места и времени.

Модели, применяемые для количественных оценок надежности, зависят от типа надежности:

- надежность мгновенного действия;
- надежность при нормальной эксплуатационной долговечности;

- чрезвычайно продолжительная эксплуатационная надежность.

Основные этапы испытаний на надежность как определительных, так и контрольных:

- планирование, организация и проведение испытаний;
- анализ и обработка информации.

Организация и проведение испытаний предусматривают:

- установление порядка и выбор условий испытаний;
- обеспечение порядка при испытаниях;
- соблюдение необходимых условий при испытаниях;
- осуществление контроля за наблюдаемыми параметрами

в процессе испытаний;

- фиксацию отказов и т.д.

Проведение испытаний организует либо головная организация по государственным испытаниям, либо одна из сторон — заказчик, разработчик или производитель. При проведении испытаний необходимо обеспечить их единство, т.е. необходимую точность, воспроизводимость и достоверность результатов испытаний.

При измерениях с целью испытания продукции проводится их проектирование:

- постановка задачи;
- описательная статистика;
- выбор показателей точности измерений;
- выбор числа измерений, метода и СИ;
- планирование экспериментов;
- проверка гипотез;
- анализ измерений;
- анализ возможностей процессов;
- регрессионный анализ;
- анализ надежности;
- выборочный контроль;
- составление контрольных карт;
- моделирование;
- построение доверительных интервалов;
- анализ временных рядов.

Все эти вопросы отражаются в методике выполнения измерений(МВИ).

Для оценки надежности применяются статистические модели и методы.

Модель регрессионного анализа — зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика:

а) модель регрессионного анализа, линейная по параметрам— функция отклика есть линейная комбинация базисных функций от факторов;

б) полиномиальная модель регрессионного анализа — линейная по параметрам, задаваемая полиномом по факторам;

в) модель регрессионного анализа первого порядка — задаваемая полиномом первого порядка по факторам;

г) модель регрессионного анализа второго порядка — задаваемая полиномом второго порядка по факторам.

Модель дисперсионного анализа — зависимость отклика от качественных факторов и ошибок наблюдений отклика.

Метод случайного баланса — метод отсеивания факторов, основанный на использовании сверхнасыщенных планов со случайным выбором сочетаний уровней

факторов.

Метод крутого восхождения — метод экспериментальной оптимизации, сочетающий полный или дробный факторный эксперимент с движением по градиенту функции отклика.

Эволюционное планирование — метод экспериментальной оптимизации, сочетающий многократное использование дробных и полных факторных планов с движением по градиенту функции отклика и предназначенный для совершенствования производственных объектов.

Последовательный симплексный метод — метод экспериментальной оптимизации, основанный на сочетании насыщенного плана, заданными вершинами симплекса с последовательным отражением наихудшей вершины относительно противоположной грани (насыщенность плана — свойство плана, задающееся разностью между числом точек спектра плана и числом оцениваемых параметров модели).

Регрессионный анализ — статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на сочетании метода наименьших квадратов и статистической проверки гипотез.

Дисперсионный анализ — статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на использовании техники статистической проверки гипотез и представлении общей вариации экспериментальных данных в виде суммы вариаций, обусловленных исследуемыми факторами и их взаимодействиями.

Метод ковариационного анализа — статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик как количественных, так и качественных факторов, основанный на сочетании элементов регрессионного и дисперсионного анализа.

3.12. Правильность и надежность испытаний и калибровок

Правильность и надежность испытаний и калибровок, проводимых лабораторией, определяют следующие факторы:

- человеческий фактор;
- помещения и окружающая среда;
- методы испытаний и калибровок и оценка метода;
- оборудование;
- прослеживаемость измерений;
- отбор образцов;
- обращение с испытываемыми и калибруемыми изделиями.

Степень влияния факторов на общую неопределенность измерения значительно различается в зависимости от видов испытаний и калибровок. Эти факторы необходимо учитывать при разработке методов и процедур испытаний и калибровок, при подготовке и оценке квалификации персонала и при выборе и калибровке используемого оборудования.

Методы испытаний и калибровок включают:

- отбор образцов;
- соблюдение правил и условий обращения с образцами;
- транспортирование;
- хранение и подготовку изделий, подлежащих испытаниям или

калибровке;

- оценку неопределенностей измерений;
- статистические методы анализа данных испытаний или калибровок.

Отклонения от методов испытаний и калибровок, соответствующих разработанным инструкциям и стандартам, допускаются только при условии их документального оформления, технического обоснования, разрешения и согласия клиента.

Выбор методов испытаний или калибровок происходит в соответствии с отраслью и видом выпускаемой продукции и с потребностями клиентов.

Если используются методы испытаний и калибровок, разработанные лабораторией для собственного использования, они должны быть выполнены квалифицированным персоналом, располагающим необходимыми ресурсами.

В них должны быть приведены:

- соответствующая идентификация;
- область распространения;
- описание типа изделия, подлежащего испытанию или калибровке;
- параметры или количественные показатели и пределы, подлежащие определению;
- используемая аппаратура и оборудование, включая требования к техническим характеристикам;
 - требуемые эталоны сравнения и эталонные материалы;
 - необходимые условия окружающей среды и необходимый период стабилизации;
 - описание процедуры, включая:
 - прикрепление идентификационных знаков, обращение, транспортировку, хранение и подготовку изделий;
 - проверки, необходимые перед началом работ;
 - проверки нормального функционирования и, при необходимости, калибровку и регулировку оборудования перед каждым его использованием;
 - способ регистрации наблюдений и результатов;
 - необходимые меры безопасности;
 - критерии и требования для утверждения (отказа в утверждении);
 - регистрируемые данные, метод анализа и форму представления;
 - неопределенность или процедуру оценки неопределенности.

Оценка пригодности методов происходит путем исследования и предоставления объективных доказательств того, что выполняются все необходимые требования к специфическому целевому использованию.

3.13. Точность метода измерений

В ИСО 5725 для описания точности метода измерений используют два термина: «правильность» и «прецизионность».

Правильность — степень близости среднего арифметического значения большого числа результатов измерений к истинному или принятому опорному значению.

Прецизионность — степень близости результатов измерений друг к другу.

Точность выражает суммарное отклонение результата от эталонного (опорного) значения, вызванное как случайными, так и систематическими причинами.

Необходимость рассмотрения прецизионности возникает из-за того, что измерения, выполняемые на предположительно идентичных материалах при предположительно идентичных обстоятельствах, не дают, как правило, идентичных результатов.

Для каждой измерительной процедуры присущи неизбежные случайные погрешности, возникающие вследствие влияния неподдающихся контролю факторов. В результате для учета этой погрешности возникает необходимость рассмотрения прецизионности. На изменчивость результатов измерений, выполненных по одному методу, могут влиять:

- различия между предположительно идентичными образцами;
- оператор, выполняющий измерения или испытание;
- используемое оборудование;
- калибровка оборудования;
- параметры окружающей среды (температура, влажность и т.д.);
- интервал времени между измерениями.

Два условия прецизионности — повторяемость и воспроизводимость — считаются необходимыми и полезными для представления изменчивости метода измерений. В условиях повторяемости (сходимости) факторы, перечисленные выше, считают постоянными, и они не влияют на изменчивость, в условиях воспроизводимости эти факторы считают переменными и они влияют на изменчивость результатов испытаний. Повторяемость характеризует минимальную изменчивость, воспроизводимость — максимальную изменчивость результатов. Допустимы также промежуточные условия, когда изменяется один или несколько факторов. Прецизионность, как правило, выражают как корень квадратный из дисперсии, определяемый в отечественных нормативных документах как среднеквадратическое отклонение.

Наблюдаемое значение — значение характеристики, полученное в результате единичного наблюдения.

Результат измерений — значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений.

Принятое опорное значение — значение, которое служит в качестве согласованного для сравнения и получено как:

- теоретическое или установленное значение;
- приписанное или аттестованное значение;
- согласованное или аттестованное значение;
- математическое ожидание измеряемой характеристики (если не доступны указанные выше значения).

Погрешность результатов измерений — выраженное сравнение результата измерений с истинным или действительным значением измеряемой физической величины.

Систематическая погрешность — разность между математическим ожиданием результатов измерений и истинным (или в его отсутствие принятым опорным) значением.

Истинное значение физической величины — значение, которое идеальным образом характеризует физическую величину в качественном и количественном отношении.

Действительное значение физической величины — полученное экспериментальным путем значение величины настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Точность — степень близости результата измерений к принятому опорному значению.

Систематическая погрешность лаборатории при реализации конкретного метода измерений (МВИ) — разность между математическим ожиданием результатов измерений (или результатов испытаний) в отдельной лаборатории и истинным (или в его отсутствие — принятым опорным) значением измеряемой характеристики.

Систематическая погрешность метода измерений — разность между математическим ожиданием результатов измерений, полученных во всех лабораториях, применяющих данный метод, и истинным (или в его отсутствие принятым опорным значением) измеряемой характеристики.

Повторяемость (сходимость) — прецизионность в условиях повторяемости.

Условия повторяемости (сходимости) — условия, при которых независимые результаты измерений (или испытаний) получаются одним и тем же методом на идентичных объектах испытаний, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования, в пределах короткого промежутка времени.

Воспроизводимость — прецизионность в условиях воспроизводимости.

Условия воспроизводимости — условия, при которых результаты измерений (или испытаний) получают одним и тем же оператором, на идентичных объектах испытаний, в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования.

Показатели точности определяются на основании серии результатов измерений, выполненных по стандартизированному методу.

3.14. Испытательные лаборатории

Аккредитация — официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия.

Аккредитация органов сертификации и испытательных лабораторий осуществляется специально созданной федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии комиссией в установленном Правительством РФ порядке. При принятии решения о выдаче аттестата аккредитации определяются условия осуществления инспекционного контроля. В рамках инспекционного контроля могут проводиться плановые и внеплановые инспекционные проверки.

Лаборатория, претендующая на аккредитацию и функционирование в качестве испытательной для целей сертификации, должна отвечать следующим основным требованиям:

- иметь организационную структуру, включающую систему обеспечения качества, позволяющую выполнять признанные функции;
- условия труда и система его оплаты должны исключать возможность оказания коммерческого, финансового, административного или другого давления на работников лаборатории, способного повлиять на результаты проводимых измерений;

- иметь нормативную и организационно-методическую документацию и актуализированный фонд нормативной документации и методик измерения применительно к сфере своей деятельности;
- располагать достаточной для проведения измерений метрологической базой;
- обладать возможностью проводить измерения на должном качественном уровне;
- обладать способностью обеспечивать при необходимости конфиденциальность информации.

Положение о деятельности испытательной лаборатории определяет виды допустимых измерений, состав, структуру лаборатории, функции, права, обязанности, ответственность, взаимодействие с другими органами и организациями при проведении измерений.

Основная документация, необходимая для работы аккредитованной испытательной лаборатории:

- паспорт и положение об испытательной лаборатории;
- руководство по качеству;
- нормативные правовые акты по сертификации;
- положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, гигиенические нормативы условий труда;
- нормативная документация на методы и методики измерений;
- должностные инструкции и итоги аттестации работников испытательной лаборатории;
- документы, отражающие результаты измерений;
- архивная документация, инструкции, журналы, свидетельства по проверке приборов.

Испытательная лаборатория должна обеспечивать подготовку (повышение квалификации) работников в соответствии с заявленной областью аккредитации. Помещения для проведения лабораторных исследований должны соответствовать нормам и требованиям применяемых методик. Испытательная лаборатория должна иметь испытательное и измерительное оборудование и приборы (средства измерений). При этом средства измерений, применяемые для целей сертификации, должны обеспечивать нормативно установленную необходимую точность измерений.

Функции испытательной лаборатории:

- проведение измерений параметров опасных и вредных производственных факторов для целей сертификации;
- выдача протоколов измерений органу по сертификации и организации-заявителю.
- Обязанности испытательной лаборатории:
- обеспечивать достоверность, объективность и требуемую точность результатов измерений;
- поддерживать в надлежащем состоянии средства измерений, обеспечивать их своевременную поверку;
- поддерживать соответствие требованиям положения об испытательной лаборатории и руководства по качеству;
- использовать только актуализированную нормативно-методическую и техническую документацию;
- обеспечивать своевременное проведение обучения и инструктажа по охране труда работников испытательной лаборатории.

3.15. Условия, правила и порядок проведения сертификации

Правила и порядок сертификации:

1. В качестве органов сертификации или испытательных лабораторий допускаются организации любой организационно-правовой формы при условии, что они не являются изготовителями (продавцами, исполнителями) и потребителями сертифицируемой ими продукции.

2. Настоящие организации обязаны пройти аккредитацию в установленном порядке и получить лицензию на проведение работ по сертификации.

3. Аккредитацию органов сертификации и испытательных лабораторий организует и осуществляет Госстандарт России, федеральные органы исполнительной власти в пределах своей компетенции на основе результатов их аттестации.

4. Аттестация органов сертификации или испытательных лабораторий проводится комиссиями, назначаемыми аккредитующим органом. Результаты аккредитации оформляют аттестатом аккредитации.

5. Если в системе аккредитации несколько органов сертификации одной и той же продукции (услуги), то заявитель вправе провести сертификацию в любом из них.

6. Сертификация отечественной и импортируемой продукции проводится по одним и тем же установленным правилам.

7. Сертификаты и аттестаты аккредитации в системах обязательной сертификации вступают в силу с даты их регистрации в Государственном реестре. Государственный реестр содержит сведения об органах сертификации, испытательных лабораториях, утвержденных системах сертификации однородной продукции (группы услуг), знаках соответствия, аттестованных экспертах, документах, содержащих правила и рекомендации по сертификации.

8. Все документы (заявки, протоколы, акты, аттестаты, сертификаты и т.п.) оформляются на русском языке, поскольку русский язык является официальным.

9. При возникновении спорных вопросов в деятельности участников сертификации заинтересованная сторона может подавать апелляцию в центральные органы сертификации, Ростехрегулирование, другие федеральные органы, проводящие работы по сертификации. Указанные органы рассматривают вопросы, связанные с деятельностью участников работ по сертификации, применению знаков соответствия, выдачей и отменой сертификатов и аттестатов аккредитации.

10. Сертификация проводится по схемам, установленным системами сертификации однородной продукции или группы услуг.

Работы по сертификации продукции проводятся на основе заявки на сертификацию, подаваемой заявителем в соответствующий орган по сертификации. Указанный орган согласует с заявителем показатели качества и методики проведения испытаний и направляет заявителей в испытательный центр в своей системе. По результатам испытаний, представленных центром, орган по сертификации выдает сертификат соответствия полученных результатов заявленным.

Основные условия сертификации:

- добровольность — сертификация осуществляется только по инициативе заявителя;
- бездискриминационный доступ к участию в процессах сертификации (к сертификации в Регистре допускаются все заявители, подавшие заявку);
- объективность оценок — к работе привлекаются независимые эксперты, обладающие знаниями стандартов на систему качества, техники проверки, а также особенностей производства продукции и нормативных требований к ней;
- оспроизводимость результатов оценок — при проведении

проверок и оценок систем качества применяются правила и процедуры, основанные на единых требованиях, результаты проверок и оценок систем качества четко документированы и подлежат хранению органом по сертификации;

- конфиденциальность — соблюдение конфиденциальности всех видов информации на всех этапах;
- информативность — периодическая публикация официальной информации о сертифицированных системах качества (производствах) и выданных сертификатах;
- специализация органов по сертификации систем качества — условием для включения в область аккредитации того или иного вида экономической деятельности является наличие в органе по сертификации экспертов (собственных или привлекаемых) по сертификации систем качества, по сертификации производств, по сертификации продукции, по сертификации услуг, а также технических экспертов, специализированных по соответствующим видам экономической деятельности;
- проверка выполнения требований, предъявляемых к продукции или услуге в законодательно регистрируемой сфере;
- достоверность доказательств со стороны заявителя соответствия системы качества (производства) нормативным требованиям.

3.16. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий

Аккредитация — официальное признание правомочий осуществлять какую-либо деятельность в области сертификации.

Поядок аккредитации органа по сертификации:

- подача заявки и соответствующих документов (копия устава, проект положения об органе по сертификации и т.д.);
- проведение научно-методическим центром сертификации предварительной оценки готовности организации к аккредитации;
- составление экспертного заключения;
- проведение окончательной проверки организации;
- составление акта о результатах оценки готовности органа по сертификации к выполнению работ по сертификации в организациях;
- принятие решения по результатам экспертизы об аккредитации или об отказе в аккредитации;
- оформление, регистрация и выдача аттестата аккредитации (при положительном решении об аккредитации);
- проведение последующего инспекционного контроля аккредитованной организации.

Порядок аккредитации испытательных лабораторий:

- подача заявки и соответствующих документов (копия устава, проект положения об органе по сертификации и т.д.);
- проведение научно-методическим центром сертификации предварительной оценки готовности лаборатории к аккредитации;
- составление экспертного заключения;
- проведение выборочных контрольных измерений;
- проведение проверки и оценка результатов аттестации рабочих мест по условиям труда в испытательной лаборатории;
- составление акта о результатах оценки готовности испытательной лаборатории к проведению измерений для целей сертификации работ;
- принятие решения по результатам экспертизы об аккредитации или об отказе в аккредитации;

- оформление, регистрация и выдача аттестата аккредитации (при положительном решении об аккредитации);
- проведение последующего инспекционного контроля аккредитованной организации.

Аккредитация органов сертификации и испытательных лабораторий осуществляется специально созданной комиссией. При принятии решения о выдаче аттестата аккредитации определяются условия осуществления инспекционного контроля. В рамках инспекционного контроля могут проводиться плановые и внеплановые инспекционные проверки.

3.17. Регистр систем качества

Регистр систем качества — система, включающая в себя Ростехрегулирование, совет по сертификации систем качества и сертификации производств и другие организации, деятельность которых направлена на формирование и реализацию политики в области сертификации систем качества и сертификации производств.

Цели Регистра:

- обеспечение работ по сертификации систем качества (производств) при сертификации продукции в Системе сертификации ГОСТ Р;
- приведение деятельности по сертификации систем качества в соответствие с международными нормами и правилами.

В Регистр входят:

- Госстандарт России;
- Технический центр Регистра;
- Совет по сертификации систем качества и сертификации производств;
- комиссия по апелляциям;
- Научно-методический центр Регистра;
- органы по сертификации систем качества;
- держатели сертификатов.

Госстандарт России:

- определяет структуру Регистра;
- разрабатывает инфраструктуру органов по сертификации систем качества и правила функционирования;
- принимает решения и корректирует работу Регистра;
- рассматривает и подготавливает к утверждению руководством нормативные документы Регистра и осуществляет контроль деятельности;
- принимает участие в работе комиссии по апелляциям.

Технический центр Регистра:

- подготавливает предложения на утверждение;
- организует и участвует в аккредитации и инспекционном контроле органов по сертификации систем качества;
- участвует в сертификации экспертов;
- ведет учет сертифицированных систем качества (производства);
- организует публикацию официальной информации;
- представляет информацию заинтересованным организациям и органам по сертификации;
- осуществляет сбор и анализ информации о работе Регистра;
- взаимодействует с различными организациями в области сертификации.

Совет по сертификации систем качества и сертификации производств:

- рассматривает проекты нормативных и организационно-методических документов

в области сертификации систем качества и сертификации производств;

- готовит предложения по изменениям и дополнениям, вносимым в проект;
- разрабатывает рекомендации по совершенствованию деятельности участников Регистра;

Регистра;

• рассматривает и готовит рекомендации по направлениям международного сотрудничества в области сертификации систем качества и сертификации производств.

В состав Совета входят представители Технического центра Регистра, Научно-методического центра Регистра, руководители отдельных органов по сертификации, изготовители, исполнители, потребители и др.

Комиссия по апелляциям:

- принимает и рассматривает жалобы по вопросам сертификации, инспекционного контроля, приостановления или отмены действия сертификатов и т.д.

В состав комиссии входят представители Технического центра Регистра, Научно-методического центра Регистра, органов по сертификации систем качества и др.

Научно-методический центр Регистра:

- разрабатывает и информирует о нормативных и организационно-методических документах по сертификации систем качества и сертификации производств;
- разрабатывает учебные программы;
- ведет учет нормативной и организационно-методической документации;
- обеспечивает функционирование автоматизированной информационной подсистемы «Сертификация»;
- взаимодействует с органами по сертификации и участвует в работе технических комитетов ИСО (по принадлежности) и других международных организаций.

Орган по сертификации систем качества:

- проводит оценку и сертификацию систем качества (производств);
- оформляет, регистрирует и выдает сертификаты соответствия;
- ведет реестр сертифицированных систем качества и реестр сертифицированных производств.
- представляет информацию в Технический центр Регистра для учета и публикации;
- обеспечивает инспекционный контроль;
- информирует о приостановлении или отмене действия сертификатов;
- несет ответственность за свои решения о выдаче, подтверждении, приостановлении и отмене действия сертификатов, а также расширении или сужении области сертификации;
- обеспечивает конфиденциальность информации;
- обеспечивает рассмотрение апелляций, жалоб и разногласий заявителей и держателей сертификатов;
- разрабатывает и совершенствует документы системы качества органа по сертификации;
- обеспечивает повышение профессионального уровня экспертов;
- осуществляет контроль за использованием знаков соответствия системы качества;
- взаимодействует с организациями, в том числе и международными, в области сертификации.

Держатель сертификата:

- обеспечивает стабильность эффективного функционирования систем качества и условия для проведения инспекционного контроля;
- информирует орган по сертификации об изменениях (в струк-

турной схеме, конструкции изделий, технологии или условиях изготовления и др.), существенно влияющих на качество выпускаемой продукции;

- использует сертификат и документы по сертификации строго по назначению.

3.18. Сертификация систем качества (производства)

Система качества — совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

Сертификация систем качества — процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя и потребителя организация удостоверяет в письменной форме, что система качества соответствует установленным требованиям выбранной модели (ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9002, ГОСТ Р ИСО 9003 или иным документам).

Сертификация систем качества (производства) в Российской Федерации осуществляется в добровольной и обязательной форме, проводится для создания уверенности у потребителей и других заинтересованных сторон в соответствии качества производимой продукции или услуги.

Сертификация систем качества (производства) проводится:

- аккредитованными органами по сертификации;
- юридическими лицами, взявшими на себя функцию органа по добровольной сертификации систем качества.

Сертификация систем качества (производства) осуществляется на соответствие стандартам, положениям и прочим документам, разработанным в соответствии с международными стандартами ИСО серии 9000 и другими международными, региональными или национальными документами, содержащими требования к системам качества.

Орган по сертификации систем качества должен иметь штатный персонал экспертов, способных осуществлять работу по сертификации систем качества в зарегистрированной области деятельности. При необходимости может привлекаться внештатный персонал экспертов соответствующей квалификации.

При подготовке экспертов учитываются требования, установленные в ГОСТ Р ИСО 10011-2.

Эксперт по сертификации систем качества — специалист, имеющий квалификацию для проведения проверки системы качества и получивший сертификат на право проведения работ.

Для проведения проверки и оценки системы качества эксперт должен получить официальное назначение.

Основные принципы организации работ по сертификации систем качества (производства):

- целевая направленность — необходимость осуществления сертификации системы с четко определенной целью;
- бездискриминационный доступ к участию в процессах сертификации;
- добровольность — проведение на производстве сертификации может быть только добровольным, по инициативе и при наличии заявки от этого предприятия;
- объективность — проверки и оценки системы качества (производства) при ее

сертификации должны осуществляться компетентными, высококвалифицированными специалистами. Ни один сотрудник, участвующий в сертификации, не может быть прямо или косвенно связан с данным предприятием, иметь его акции;

- конфиденциальность — орган по сертификации и его сотрудники должны соблюдать профессиональную тайну в отношении конфиденциальности информации, получаемой в результате взаимодействия с поставщиком;
- проверка выполнения требований, предъявляемых к продукции (услуге) в законодательно регистрируемой сфере;
- достоверность доказательств со стороны заявителя соответствия системы качества нормативным требованиям.

Нормативная база сертификации систем качества содержит документы, устанавливающие требования к:

- системам качества;
- правилам и процедурам проверки и оценки систем качества;
- персоналу, осуществляющему сертификацию систем качества;
- органам по сертификации систем качества.

Основные формы доведения информации о проведении сертификации системы качества до потребителей — сертификат соответствия системы качества и знак регистра. Знак соответствия системы качества состоит из единого Знака системы, свидетельствующего об аккредитации органа по сертификации, и Знака органа по сертификации. Знак соответствия размещается на сертификате на систему качества.

Схемы сертификации системы качества

Сертификация системы качества проводится на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9002 по схемам, разработанным в соответствии с рекомендациями ИСО/МЭК и принятыми в международной практике сертификации правилами. В орган по сертификации продукции представляется сертификат соответствия системы качества. Схемы сертификации системы качества приведены в таблице.

В различных схемах сертификации продукции (1а, 2а, 3а, 4а, 5, 6, 9а или 10а) предусматривается проверка производства, которая может проводиться в форме анализа состояния производства, оценки производства или системы качества, или сертификации системы качества.

Схему 5 применяют:

при сертификации особо опасной продукции, из-за которой в случае ее несоответствия установленным требованиям могут возникнуть экологическая, техническая и другие катастрофы;

в случае, когда срок годности (хранения и др.) соразмерен со временем, необходимым для организации и проведения испытаний в аккредитованной испытательной лаборатории;

в случае, когда технические процессы чувствительны к внешним факторам;

в случае, если объем и характер выборки для испытаний недостаточен для объективной оценки продукции;

в случае, если установлены повышенные требования к стабильности характеристик выпускаемой продукции.

Схему 6 применяют:

в случае, если степень потенциальной опасности продукции невысока;

в случае, если риск выдачи сертификата на продукцию без проведения испытаний оправдан функционированием сертифицированной системы качества;

в случае, когда происходит смена модификаций продукции, не влияющих на показатели, подтверждаемые при сертификации;

при обязательной сертификации изделий единичного производства;

в случае, если продукция может быть испытана только после монтажа у потребителя;

при сертификации импортируемой продукции поставщика, имеющего сертификат на свою систему качества.

3.19. Сертификация услуг

Услуга — результат взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственная деятельность по удовлетворению потребности потребителя.

Порядок сертификации услуг:

- подача заявки на сертификацию;
- рассмотрение и принятие решения по заявке;
- отбор, идентификация образцов и их испытание;
- оценка выполнения работ и оказания услуг;
- проверка производством;
- анализ полученных результатов, принятие решения о возможности выдачи сертификата;
- выдача сертификата и лицензии на применение знака соответствия;
- инспекционный контроль за сертифицированной услугой.

Оценка выполнения работ и оказания услуг в зависимости от схемы сертификации включает:

- оценку мастерства исполнителя работ и услуг;
- оценку процесса выполнения работ и оказания услуг;
- анализ состояния производства;
- оценку предприятия, предоставляющего услуги;
- оценку системы качества;
- рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами.

Испытания результатов работ и услуг проводят в аккредитованных испытательных лабораториях. Сертификация услуг и работ проводится по схемам, установленным правилами сертификации работ и услуг в Российской Федерации. Данные схемы рассмотрены в главе «Схемы сертификации».

Лекция 5.

МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Метод стандартизации – это совокупность средств достижения целей стандартизации. Рассмотрим основные методы стандартизации.

1. Упорядочение объектов стандартизации является универсальным методом стандартизации товаров, работ и услуг. Данный метод систематизирует разнообразие продукции.

Систематизация объектов стандартизации

представляет собой последовательное, научно обоснованное классифицирование и ранжирование конкретных объектов стандартизации.

Селекция объектов стандартизации – это отбор целесообразных для дальнейшего производства и применения объектов стандартизации.

Симплификация – деятельность, выявляющая объекты стандартизации, которые нецелесообразно применять для производства.

Типизация объектов стандартизации – это разработка и утверждение типовых объектов или образцов.

Оптимизация объектов стандартизации – деятельность, определяющая оптимальные главные параметры и значения остальных показателей, необходимых для данного уровня качества.

2. Параметрическая стандартизация – стандартизация, направленная на фиксирование оптимальных численных значений параметров, определяющихся строгой математической закономерностью.

3. Унификация продукции – рациональное сокращение до оптимального уровня числа типов объектов одного функционального назначения. Унификация включает в себя: классификацию и ранжирование, селекцию и симплификацию, типизацию и оптимизацию объектов стандартизации. Одним из показателей унификации является коэффициент применяемости:

Данный коэффициент может применяться к одному изделию или к совокупности изделий, а также для унифицированного ряда.

4. Агрегатирование. Данный метод заключается в конструировании машин и приборов из определенного числа унифицированных деталей, связанных между собой функционально и геометрически.

5. Комплексная стандартизация. При данном методе стандартизации целенаправленно и планомерно утверждается и используется комплекс взаимосвязанных требований к объекту стандартизации и его составляющим для получения оптимального решения проблемы.

6. Опережающая стандартизация заключается в установлении прогрессивных по отношению к достигнутому уровню требований, которые, согласно прогнозам, будут оптимальными в последующее время.

44. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Показателями качества продукции являются числовые характеристики одного или многих свойств продукции, определяющих ее качество, и взятые в установленных условиях ее изготовления и эксплуатации.

Критерием разделения методов определения значений показателей качества продукции являются способы и источники полученных сведений о качестве интересующей нас продукции.

Измерительный метод. При использовании данного метода определения значений показателей качества, информация об интересующей нас продукции получается при помощи непосредственных измерений различными техническими средствами измерения. Полученные результаты, как правило, необходимо преобразовывать при помощи соответствующих пересчетов к нормальным или стандартным условиям.

Основой регистрационного метода являются сведения, полученные путем подсчета количества определенных событий или издержек, например, числа отказов изделия при проведении испытаний. При помощи данного метода определяются, например, показатели унификации.

Органолептический метод базируется на использовании результатов анализа восприятия продукции зрением, осязанием, обонянием, слухом, осязанием и вкусом. Значения показателей выражаются в баллах, которые находятся путем анализа полученных результатов на основе имеющегося опыта. При использовании данного метода допустимо применение таких технических средств, как лупа, микроскоп и др.

Расчетный метод базируется на данных, полученных при помощи эмпирических и теоретических зависимостей.

Методы определения показателей качества делятся на экспертный, традиционный и социологический в зависимости от источника используемой информации.

Традиционный метод определения значений показателя качества продукции осуществляется уполномоченными должностными лицами специальных экспериментальных подразделений и расчетных отделов предприятий и организаций.

Экспертный метод определения значений показателей качества продукции осуществляется экспертами и специалистами (товароведами, дегустаторами и др.). Данный метод используется для определения таких показателей качества, которые невозможно определить более эффективными методами.

Социологический метод определения показателей качества продукции осуществляется непосредственными или потенциальными потребителями данной продукции. Сбор информации, необходимой для данного метода, осуществляется путем проведения социологических опросов, распространения специальных анкет и организации разного рода дегустаций.

45. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

В Российской Федерации действует Государственная система стандартизации (ГСС). Комплекс Государственных основополагающих стандартов включает

в себя:

- 1) ГОСТ Р 1.0-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения»;
- 2) ГОСТ Р 1.2-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки Государственных стандартов»;

- 3) ГОСТ Р 1.4-93 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты отраслей, стандарты предприятий, научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений. Общие положения»;
- 4) ГОСТ Р 1.5-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов»;
- 5) ГОСТ Р 1.8-2002 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты Межгосударственные. Правила разработки, применения, обновления и прекращения применения в части работ, осуществляемых в Российской Федерации»;
- 6) ГОСТ Р 1.9-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия Государственным стандартам»;
- 7) ГОСТ Р 1.10-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки, принятия, регистрации правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и информации о них»;
- 8) ГОСТ Р 1.11-99 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Метрологическая экспертиза проектов Государственных стандартов». Данный стандарт утверждает порядок осуществления метрологических исследований проектов Государственных стандартов;
- 9) ГОСТ Р 1.12-99 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандартизация и смежные области деятельности. Термины и определения»;
- 10) ГОСТ 1.13-2001 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок подготовки уведомлений о проектах нормативных документов»;
- 11) ПР 50.1.002-94 Правила по стандартизации. «Порядок представления в Госстандарт Российской Федерации информации о принятых стандартах отраслей, стандартах научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений»;
- 12) ПР 50.1.008-95 Правила по стандартизации. «Организация и проведение работ по Международной стандартизации в Российской Федерации»;
- 13) ПР 50.74-94 Правила по стандартизации. «Подготовка проектов Государственных стандартов РФ и проектов изменений к ним для принятия, Государственной регистрации и издания».

46. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СЕРТИФИКАЦИИ, ОБЪЕКТЫ И ЦЕЛИ СЕРТИФИКАЦИИ

Процедура сертификации направлена на подтверждение соответствия объекта сертификации предъявляемым к нему нормам и требованиям.

В результате проведения лабораторных исследований и испытаний, составляется акт о соответствии или несоответствии объекта исследования необходимым требованиям стандарта или технических условий. В случае соответствия объекта сертификации на основании акта выдается сертификат соответствия исследуемого объекта требуемым параметрам качества.

Сертификация выполняется как в добровольном порядке, так на добровольной основе. В процедуре сертификации участвует три стороны.

Первая сторона – изготовитель или продавец продукции.

Вторая сторона – покупатель или потребитель продукции.

Третья сторона – независимый от первой и второй стороны орган.

Объектами сертификации являются: товары народного потребления, услуги, процессы, рабочие места, персонал, системы качества и пр.

В условиях рыночной экономики производитель борется за конкурентоспособность своей продукции. В погоне за быстрой прибылью недобросовестные изготовители предлагают товар, способный нанести вред здоровью человека и окружающей среде.

Государство в лице законодательной власти устанавливает юридическую, административную и гражданскую ответственность за ввод в обращение недоброкачественной продукции, а также определяет основные обязательные требования характеристик продукции в целом и отдельным ее параметрам.

ПОНЯТИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Качество продукции или услуг – это определенный перечень показателей свойств продукции или услуги, благодаря которым они способны удовлетворять необходимые потребности потребителя при их использовании и эксплуатации, включая уничтожение и утилизацию.

Квалиметрия от лат. «квали» – «какой» и др.-гр. «мет-рео» – «мерить, измерять». Развитие квалиметрии происходит по двум основным направлениям.

1. Прикладная квалиметрия – осуществляет разработку методик по оценке качества.
2. Теоретическая квалиметрия рассматривает вопросы методологии и оценивания качества объекта.

Основными целями квалиметрии являются:

- 1) создание методов определения численных значений показателей качества, обработка данных и определение требований, обеспечивающих точность вычислений;
- 2) создание перечня методов определения наиболее оптимальных значений показателей качества продукции;
- 3) обоснование выбранного перечня показателей качества продукции при разработке способов повышения качества и запланированной стандартизации;
- 4) определение единых методов оценки уровня качества продукции для возможности сопоставления результатов;
- 5) определение единых методов оценки отдельных свойств продукции.

Для определения качества продукции используют три независимых друг от друга понятия.

1. Качество продукции – свойства продукции, определяющие ее способность удовлетворять потребности, связанные с назначением продукции.
2. Главное (единичное) качество продукции – определяет одно, первостепенное свойство продукции и определяет потребительскую стоимость.
3. Интегральное качество продукции – определяется совокупностью всех свойств (экономических, эстетических и функциональных) продукции.

Методы определения показателей качества продукции следующие.

1. Измерительный метод – данные о продукции получают путем использования технических средств измерений. С помощью данного метода определяют физические параметры (скорость, масса, геометрические размеры и т. д.).
2. Расчетный метод – основан на обработке информации, полученной путем теоретических и эмпирических зависимостей.
3. Органолептический метод – основан на восприятии органов чувств человека.
4. Традиционный метод – проводится компетентными специалистами в лабораториях, на испытательных стендах и т. д.
5. Экспертный метод – проводится специалистами – экспертами (дизайнерами, товароведами, дегустаторами и т. д.).
6. Социологический метод – непосредственное использование продукции потребителем и сбор информации о качестве продукции путем анкетирования, выставок, конференций и т. д.

50. Обязательная сертификация. Добровольная сертификация

Обязательная сертификация – процедура подтверждения аккредитованным органом по проведению сертификации на соответствие продукции установленным обязательным требованиям, является формой контроля государства и безопасности продукции и услуг.

Обязательная сертификация осуществляется в случаях, обозначенных в законодательных актах РФ:

- 1) законах РФ;
- 2) нормативных актах Правительства РФ. Согласно ст. 7 Закона «О защите прав потребителей» перечень товаров (работ и услуг) утверждается Правительством РФ и подлежит обязательной сертификации.

С учетом этих перечней Госстандартом России разработано и введено в действие Постановление «Номенклатура продукции и услуг (работ), подлежащих, согласно законодательным актам Российской Федерации, обязательной сертификации».

Перечень включает в себя классы Общероссийского классификатора с двухрядным кодом (ОК 005-93- ОКП – по продукции, ОК 002-93-ОКУН – по услугам) и содержит объекты, подлежащие обязательной сертификации на данный момент, и объекты, обязательная сертификация которых помечена в перспективе.

В соответствии со ст. 7 Закона РФ «О защите прав потребителей» при проведении обязательной сертификации необходимо подтверждать безопасность товаров, работ или услуг.

Сертификат соответствия и знак соответствия, выданные на основании проведения процедуры обязательной сертификации, действительны на территории всей РФ.

Проведением и организацией работ по обязательной сертификации занимается специальный уполномоченный орган федеральной исполнительной власти в сфере сертификации товаров, работ и услуг – Госстандарт России.

Процедуру проведения обязательной сертификации отдельных видов товаров, работ и услуг осуществляют другие федеральные органы.

Добровольная сертификация – процедура, осуществляемая согласно Закону РФ «О сертификации продукции и услуг» по инициативе заявителя для подтверждения на предмет соответствия продукции или услуги требуемым нормам стандартов, правил, технических условий, рецептур и других нормативных документов, представленных заявителем.

Условием для проведения процедуры добровольной сертификации служит подписанный между органом по проведению сертификации и заявителем договор. Добровольная сертификация не заменяет обязательную сертификацию товаров, работ и услуг. Тем не менее товары, работы и услуги, прошедшие обязательную сертификацию, могут быть проверены на соответствие дополнительных требований при помощи добровольной сертификации.

ОРГАНЫ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

Орган по сертификации (ОС) осуществляет следующие действия:

- 1) сертификацию товаров, работ и услуг; выдачу сертификатов и лицензий на применение знаков соответствия;
- 2) проведение инспекционного контроля за сертифицированными товарами, работами и услугами;
- 3) осуществляет приостановку или отмену действия выданных им на товары, работы и услуги сертификатов;
- 4) обеспечивает заявителя необходимой информацией;
- 5) несет ответственность за соблюдение правил сертификации товаров, работ и услуг; правильность выдачи сертификатов соответствия.

Испытательные лаборатории (ИЛ), прошедшие аккредитацию, выполняют функции:

- 1) испытание конкретной продукции;
- 2) проведение конкретных видов испытаний;
- 3) выдача протоколов испытаний, необходимых для сертификации;
- 4) отвечает за достоверность результатов и соответствие требований сертификационных испытаний.

Для координации и организации работ в системах сертификации однородных видов продукции или услуг созданы центральные органы систем сертификации (ЦОС).

ЦОС являются:

- 1) ВНИИ сертификации (осуществляет добровольную сертификацию в Системе сертификации ГОСТ Р);
- 2) Технический центр Регистра систем качества (осуществляет добровольную и обязательную сертификацию и входит в структуру Госстандарта России) и др.

Обязанностями ЦОС являются:

- 1) координация и организация работы в возглавляемой системе сертификации;
- 2) определение правил процедур;
- 3) рассмотрение апелляции заявителя на действия ИЛ или ОС.

Специально уполномоченный федеральный орган исполнительной власти по сертификации Госстандарт, выполняет обязанности:

- 1) формирование и реализация политики государства в области сертификации;
- 2) установление общих правил и рекомендаций по проведению сертификации в Российской Федерации и публикация информации о них;
- 3) осуществление государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия, действующих на территории Российской Федерации;
- 4) публикация официальной информации о действующих на территории Российской Федерации системах сертификации и знаках соответствия;
- 5) представление информации в международные организации по сертификации;
- 6) разработка предложений о присоединении к международным системам сертификации.

52. АККРЕДИТАЦИЯ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

Функции органа по проведению сертификации выполняет Госстандарт России. В пределах компетенции данного органа производится разработка процедур, правил и порядка проведения аккредитации. Вырабатываются необходимые требования к документам, экспертам и объектам аккредитации, а также осуществляется взаимодействие с органами по проведению аккредитации международного уровня.

Аккредитация так же, как и сертификация, проводится в регулируемых и нерегулируемых законодательством областях. К регулируемой законодательством области относится: аккредитация испытательных лабораторий и органов по проведению сертификации, обеспечивающих выполнение обязательной сертификации. Это обуславливается требованиями законодательства по обеспечению безопасности продукции и услуг для человека и окружающей среды.

К нерегулируемой законодательством области относится: координация работы испытательных лабораторий и органов по проведению сертификации, обеспечивающих выполнение добровольной сертификации.

Советом по аккредитации осуществляется рассмотрение и решение вопросов в следующих направлениях:

- 1) определение параметров общих технических требований в процессах выполнения работ по аккредитации;
- 2) изучение и исследование передовых технологий в данной области;
- 3) решение экономических вопросов;
- 4) организация согласованной работы органов, осуществляющих аккредитацию;
- 5) тесное сотрудничество с международными органами по проведению аккредитации;

б) системное подведение итогов и анализ деятельности органов по проведению аккредитации;

7) составление реестра объектов, прошедших аккредитацию и экспертов по проведению процедуры аккредитации.

Орган по проведению аккредитации осуществляет руководство системой по аккредитации согласно установленным стандартом РФ ГОСТ Р 51000.2-95 требованиям, учитывающим общеевропейские требования стандарта ЕК45003. Для получения права проведения работ по аккредитации орган должен иметь необходимый юридический статус; стабильное финансирование; налаженную организационную схему, обеспечивающую профессиональную компетентность, абсолютную независимость и непредвзятость при проведении работ по аккредитации; помещения и современное техническое оснащение; высококвалифицированных специалистов и сотрудников; требуемую нормативно-техническую литературу на критерии и осуществляемые процессы аккредитации; разработанную систему, обеспечивающую качество выполнения работ по аккредитации.

53. СТРУКТУРЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ АККРЕДИТАЦИИ

На данный момент работы по проведению аккредитации органов и испытательных лабораторий в России осуществляют следующие структуры.

1. Подразделения Госстандарта – для проведения работ по обязательной сертификации.
2. Центральные органы систем сертификации – для проведения работ по добровольной сертификации.

Исполнительная дирекция органа состоит из руководителя, экспертов-аудиторов, бухгалтерии, секретариата и выполняет все необходимые задачи, связанные с проведением и организацией работ по осуществлению аккредитации.

Управляющий совет состоит из сотрудников министерств, профсоюзных организаций, ведомств, предприятий и других подразделений, заинтересованных и организующих работу в данном процессе по выполнению аккредитации.

Наблюдательный совет состоит из представителей учредительных организаций и осуществляет контроль за работой по проведению аккредитации.

Апелляционная комиссия принимает на рассмотрение жалобы от заявителей по вопросам проведения работ по аккредитации.

Комиссия по аккредитации осуществляет утверждение актов экспертизы по выполненной аккредитации и решает вопрос о выдаче или отказе в выдаче аттестата аккредитации.

Секторные комитеты состоят из специалистов организаций разных профилей и специалистов, нанимаемых для помощи в разработке процедур и правил аккредитации. Процедура подачи заявки на проведение аккредитации включает в себя определенные этапы:

- 1) получение полной информации о возможности проведения работ по аккредитации, правилах проведения и требованиях данной испытательной лаборатории или органа по проведению сертификации;
- 2) рассмотрение и предварительное обсуждение вопросов по проведению аккредитации между заявителем и исполнителем на основании представленных материалов;

- 3) оформление заявки на проведение работ по аккредитации, в которой в обязательном порядке указывают, в какой области проводится аккредитация, продукция или услуга, виды и типы испытаний, форма и сроки оплаты;
- 4) официальная регистрация поданной заявки на проведение работ по аккредитации;
- 5) оформление должным образом анализа о данных, содержащихся в заявке и приложения к данной заявке, содержащего юридический статус организации, выполняющей работы по сертификации, информацию о площадях, наличии квалифицированных кадров, нормативной документации, оборудования;
- 6) заключение двустороннего договора.

54. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ

Процедура проведения экспертизы состоит из:

- 1) утверждения экспертов для проведения работ по аккредитации, согласованных с заявителем. Руководителем экспертизы назначается штатный сотрудник, а техническими консультантами – сотрудники, приглашенные на основании субподрядного договора;
- 2) распределения главным экспертом между членами сформированной экспертной комиссии определенных обязанностей по проведению аккредитации;
- 3) проведения анализа организации, осуществляющей аккредитацию;
- 4) организации и проведении в органе, осуществляющем аккредитацию, или испытательной лаборатории экспертизы по специальным и общим вопросам;
- 5) составления и оформления отчета по проведенной экспертизе членами сформированной экспертной комиссии.

Процедура принятия решения по проведенной аккредитации состоит из следующего.

1. Руководитель органа по проведению аккредитации и представители секторных комитетов, входящие в состав сформированной экспертной комиссии, проводят проверку отчета по результатам проведенной экспертизы и принимают решение об отклонении или утверждении решения комиссии, осуществляющей экспертизу.
2. При положительном решении комиссии выдается аттестат аккредитации с указанием области сертификации или испытаний и сроком действия аттестата.
3. Включение аккредитованного органа по проведению сертификации или испытательной лаборатории в реестр.

Процедура проведения инспекционного контроля осуществляется органом по проведению аккредитации и заключается в контроле за выполнением нормативных требований выполнения работ по аккредитации на всем протяжении срока действия аттестатов.

Контроль проводится один раз в год на основании подписанного договора и оплачивается самим заявителем.

На основании нормативных требований орган по проведению аккредитации должен:

- 1) иметь независимую от влияния извне организационную структуру, материально заинтересованную в результате проведения аккредитации и защищенную от давления или других действий, способных повлиять на непредвзятость выполненной работы;

2) иметь соответствующие соглашения, дающие право на привлечение независимых специалистов по проведению экспертизы в качестве консультантов по технологическим вопросам.

В состав штатной группы по проведению аккредитации входят руководитель, эксперт, эксперт, отвечающий за качество, секретарь, бухгалтер, эксперты со стороны (в случае необходимости).

Лекция 6.

Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей

Результаты наблюдений, полученные при наличии систематической погрешности, называются неисправленными. При проведении измерений стараются в максимальной степени исключить или учесть влияние систематических погрешностей. Это может быть достигнуто следующими путями:

- устранением источников погрешностей до начала измерений. В большинстве областей измерений известны главные источники систематических погрешностей и разработаны методы, исключающие их возникновение или устраняющие их влияние на результат измерения. В связи с этим в практике измерений стараются устранить систематические погрешности не путем обработки экспериментальных данных, а применением СИ, реализующих соответствующие методы измерений;
- определением поправок и внесением их в результат измерения;

Поправкой называется значение величины, одноименной с измеряемой, которое нужно прибавить к полученному при измерении значению величины с целью исключения систематической погрешности. Введение поправок - наиболее широко используемый способ исключения систематических инструментальных погрешностей. Поправка определяется при помощи поверки технических средств, составления и использования соответствующих таблиц и графиков. Применяются также расчетные способы нахождения поправочных значений.

- оценкой границ, не исключенных систематических погрешностей. Постоянная систематическая погрешность не может быть найдена методами совместной обработки результатов измерений. Однако она не искажает ни показатели точности измерений, характеризующие случайную погрешность, ни результат нахождения переменной составляющей систематической погрешности. Действительно, результат одного измерения

$$X_i = X_{и} + \Delta_i + \theta_i,$$

где $X_{и}$ — истинное значение измеряемой величины; Δ_i - i -я случай-ная погрешность; θ_i — i -я систематическая погрешность. После усреднения результатов многократных измерений получаем среднее арифметическое значение измеряемой величины

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = X_{и} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_i$$

Если систематическая погрешность постоянна во всех измерениях, т.е. $\theta_i = \theta$, то

$$x = x_{и} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i + \theta.$$

Таким образом, постоянная систематическая погрешность не устраняется при многократных измерениях.

Постоянные систематические погрешности могут быть обнаружены лишь путем сравнения результатов измерений с другими, полученными с помощью более высокоточных методов и средств. Иногда эти погрешности могут быть устранены специальными приемами проведения процесса измерений. Эти методы рассмотрены ниже.

Наличие существенной переменной систематической погрешности искажает оценки характеристик случайной погрешности и аппроксимацию ее распределения. Поэтому она должна обязательно выявляться и исключаться из результатов измерений.

Для устранения постоянных систематических погрешностей применяют следующие методы:

- Метод замещения, представляющий собой разновидность метода сравнения, когда сравнение осуществляется заменой измеряемой величины известной величиной, причем так, что при этом в состоянии и действии всех используемых средств измерений не происходит никаких изменений. Этот метод дает наиболее полное решение задачи. Для его реализации необходимо иметь регулируемую меру, величина которой однородна измеряемой. Например, взвешивание по методу Борда, измерение сопротивления посредством моста постоянного тока и мер сопротивления.
- Метод противопоставления, являющийся разновидностью метода сравнения, при котором измерение выполняется дважды и проводится так, чтобы в обоих случаях причина постоянной погрешности оказывала разные, но известные по закономерности воздействия на результаты наблюдений. Например, способ взвешивания Гаусса.
- Метод компенсации погрешности по знаку (метод изменения знака систематической погрешности), предусматривающий измерение с двумя наблюдениями, выполняемыми так, чтобы постоянная систематическая погрешность входила в результат каждого из них с разными знаками.
- Метод рандомизации — наиболее универсальный способ исключения неизвестных постоянных систематических погрешностей. Суть его состоит в том, что одна и та же величина измеряется различными методами (приборами). Систематические погрешности каждого из них для всей совокупности являются разными случайными величинами. Вследствие этого при увеличении числа используемых методов (приборов) систематические погрешности взаимно компенсируются.

Для устранения переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей применяют следующие приемы и методы.

- Анализ знаков неисправленных случайных погрешностей. Если знаки неисправленных случайных погрешностей чередуются с какой-либо закономерностью, то наблюдается переменная систематическая погрешность. Если последовательность знаков "+" у случайных погрешностей сменяется последовательностью знаков "-" или наоборот, то присутствует монотонно изменяющаяся систематическая погрешность. Если группы знаков "+" и "-" у случайных погрешностей чередуются, то присутствует периодическая систематическая погрешность.
- Графический метод. Он является одним из наиболее простых способов обнаружения переменной систематической погрешности в ряду результатов наблюдений и заключается

в построении графика последовательности неисправленных значений результатов наблюдений. На графике через построенные точки проводят плавную кривую, которая выражает тенденцию результата измерения, если она существует. Если тенденция не прослеживается, то переменную систематическую погрешность считают практически отсутствующей

- Метод симметричных наблюдений. Рассмотрим сущность этого метода на примере измерительного преобразователя, передаточная функция которого имеет вид $y = kx + y_0$, где x, y – входная и выходная величины преобразователя; k – коэффициент, погрешность которого изменяется во времени по линейному закону; y_0 – постоянная.

Для устранения систематической погрешности трижды измеряется выходная величина y через равные промежутки времени Δt . При первом и третьем измерениях на вход преобразователя подается сигнал x_0 от образцовой меры. В результате измерений получается система уравнений:

$$Y = kx_0 + y_0; Y_2 = \left(k \pm \frac{dk}{dt} \Delta t \right) x + y_0; Y_3 = \left(k \pm 2 \frac{dk}{dt} \Delta t \right) x_0 + y_0$$

Ее решение позволяет получить значение x , свободное от переменной систематической погрешности, обусловленной изменением коэффициента k :

$$x = \frac{2x_0(y_2 - y_0)}{y_1 + y_3 - 2y_0}$$

- Специальные статистические методы. К ним относятся способ последовательных разностей, дисперсионный анализ, и др.

Проверка нормальности результатов измерений.

Способы нахождения значений случайной величины зависят от вида функции ее распределения. Однако на практике такие функции, как правило, неизвестны. Если же случайный характер результатов наблюдений обусловлен погрешностями измерений, то полагают, что наблюдения имеют нормальное распределение.

Это обусловлено тем, что погрешности измерений складываются из большого числа небольших возмущений, ни одно из которых не является преобладающим. Согласно же центральной предельной теореме: сумма бесконечно большого числа взаимно независимых бесконечно малых случайных величин с любыми распределениями имеет нормальное распределение.

Реально даже воздействие ограниченного числа возмущений приводит к нормальному распределению результатов измерений и их погрешностей. В настоящее время наиболее полно разработан математический аппарат именно для случайных величин, имеющих нормальное распределение. Если же предположение о нормальности распределения отвергается, то статистическая обработка наблюдений существенно усложняется и в таком случае невозможно рекомендовать общую методику статистической обработки наблюдений. Часто даже не известно, какая характеристика распределения может служить оценкой истинного значения измеряемой величины.

Нормальное распределение характеризуется двумя параметрами: математическим ожиданием m и средним квадратическим отклонением σ .

Эта оценка характеризует рассеяние единичных результатов измерений в ряду равнозначных измерений одной и той же величины около их среднего значения.

Другими оценками рассеяния результатов в ряду измерений являются размах (разница между наибольшим и наименьшим значением), модуль средней арифметической погрешности (арифметическая сумма погрешностей, деленная на число измерений) и доверительная граница погрешности (подробно рассматривается ниже).

СКО является наиболее удобной характеристикой погрешности в случае ее дальнейшего преобразования. Например, для нескольких некоррелированных слагаемых СКО суммы определяется по формуле:

Оценка S характеризует рассеяние единичных результатов наблюдений относительно среднего значения, то есть в случае, если мы за результат измерений примем отдельный исправленный результат наблюдений. Если же в качестве результата измерений принимается среднее арифметическое, то СКО этого среднего определяется по формуле:

Нормальное распределение погрешностей имеет следующие свойства:

1. симметричность, т.е. погрешности, одинаковые по величине, но противоположные по знаку, встречаются одинаково часто;
2. математическое ожидание случайной погрешности равно нулю;
3. малые погрешности более вероятны, чем большие;
4. чем меньше s , тем меньше рассеяние результатов наблюдений и больше вероятность малых погрешностей.

Другим распространенным в метрологии распределением случайной величины является равномерное распределение - распределение, при котором случайная величина принимает значения в пределах конечного интервала от x_1 до x_2 с постоянной плотностью вероятностей.

Кроме рассмотренных примеров распределений случайных величин существуют и другие важные для практического использования распределения дискретных случайных величин, например, биномиальное распределение и распределение Пуассона. В настоящем курсе они не рассматриваются.

Метрология. Лекция 6.

Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей

Результаты наблюдений, полученные при наличии систематической погрешности, называются неисправленными. При проведении измерений стараются в максимальной степени исключить или учесть влияние систематических погрешностей. Это может быть достигнуто следующими путями:

- устранением источников погрешностей до начала измерений. В большинстве областей измерений известны главные источники систематических погрешностей и разработаны методы, исключающие их возникновение или устраняющие их влияние на результат измерения. В связи с этим в практике измерений стараются устранить систематические погрешности не путем обработки экспериментальных данных, а применением СИ, реализующих соответствующие методы измерений;
- определением поправок и внесением их в результат измерения;

Поправкой называется значение величины, одноименной с измеряемой, которое нужно прибавить к полученному при измерении значению величины с целью исключения систематической погрешности. Введение поправок - наиболее широко используемый способ исключения систематических инструментальных погрешностей. Поправка определяется при помощи поверки технических средств, составления и использования соответствующих таблиц и графиков. Применяются также расчетные способы нахождения поправочных значений.

- оценкой границ, не исключенных систематических погрешностей. Постоянная систематическая погрешность не может быть найдена методами совместной обработки результатов измерений. Однако она не искажает ни показатели точности измерений, характеризующие случайную погрешность, ни результат нахождения переменной составляющей систематической погрешности. Действительно, результат одного измерения

$$X_i = X_{и} + \Delta_i + \theta_i,$$

где $X_{и}$ — истинное значение измеряемой величины; Δ_i - i -я случай-ная погрешность; θ_i — i -я систематическая погрешность. После усреднения результатов многократных измерений получаем среднее арифметическое значение измеряемой величины

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = X_{и} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta_i$$

Если систематическая погрешность постоянна во всех измерениях, т.е. $\theta_i = \theta$, то

$$\bar{x} = X_{и} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i + \theta.$$

Таким образом, постоянная систематическая погрешность не устраняется при многократных измерениях.

Постоянные систематические погрешности могут быть обнаружены лишь путем сравнения результатов измерений с другими, полученными с помощью более высокоточных методов и средств. Иногда эти погрешности могут быть устранены специальными приемами проведения процесса измерений. Эти методы рассмотрены ниже.

Наличие существенной переменной систематической погрешности искажает оценки характеристик случайной погрешности и аппроксимацию ее распределения. Поэтому она должна обязательно выявляться и исключаться из результатов измерений.

Для устранения постоянных систематических погрешностей применяют следующие методы:

- Метод замещения, представляющий собой разновидность ме-тода сравнения, когда сравнение осуществляется заменой измеряе-мой величины известной величиной, причем так, что при этом в состоянии и действии всех используемых средств измерений не про-исходит никаких изменений. Этот метод дает наиболее полное решение задачи. Для его реализации необходимо иметь регулируемую меру, величина которой однородна измеряемой. Например, взвешивание по методу Борда, измерение сопротивления посредством моста постоянного тока и мер сопротивления.

- Метод противопоставления, являющийся разновидностью метода сравнения, при котором измерение выполняется дважды и проводится так, чтобы в обоих случаях причина постоянной погрешности оказывала разные, но известные по закономерности воздействия на результаты наблюдений. Например, способ взвешивания Гаусса.
- Метод компенсации погрешности по знаку (метод изменения знака систематической погрешности), предусматривающий измерение с двумя наблюдениями, выполняемыми так, чтобы постоянная систематическая погрешность входила в результат каждого из них с разными знаками.
- Метод рандомизации — наиболее универсальный способ исключения неизвестных постоянных систематических погрешностей. Суть его состоит в том, что одна и та же величина измеряется различными методами (приборами). Систематические погрешности каждого из них для всей совокупности являются разными случайными величинами. Вследствие этого при увеличении числа используемых методов (приборов) систематические погрешности взаимно компенсируются.

Для устранения переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей применяют следующие приемы и методы.

- Анализ знаков неисправленных случайных погрешностей. Если знаки неисправленных случайных погрешностей чередуются с какой-либо закономерностью, то наблюдается переменная систематическая погрешность. Если последовательность знаков "+" у случайных погрешностей сменяется последовательностью знаков "-" или наоборот, то присутствует монотонно изменяющаяся систематическая погрешность. Если группы знаков "+" и "-" у случайных погрешностей чередуются, то присутствует периодическая систематическая погрешность.
- Графический метод. Он является одним из наиболее простых способов обнаружения переменной систематической погрешности в ряду результатов наблюдений и заключается в построении графика последовательности неисправленных значений результатов наблюдений. На графике через построенные точки проводят плавную кривую, которая выражает тенденцию результата измерения, если она существует. Если тенденция не прослеживается, то переменную систематическую погрешность считают практически отсутствующей
- Метод симметричных наблюдений. Рассмотрим сущность этого метода на примере измерительного преобразователя, передаточная функция которого имеет вид $y = kx + y_0$, где x , y – входная и выходная величины преобразователя; k – коэффициент, погрешность которого изменяется во времени по линейному закону; y_0 – постоянная.

Для устранения систематической погрешности трижды измеряется выходная величина y через равные промежутки времени Δt . При первом и третьем измерениях на вход преобразователя подается сигнал x_0 от образцовой меры. В результате измерений получается система уравнений:

$$Y = kx_0 + y_0; \quad Y_2 = \left(k \pm \frac{dk}{dt} \Delta t \right) x_0 + y_0; \quad Y_3 = \left(k \pm 2 \frac{dk}{dt} \Delta t \right) x_0 + y_0$$

Ее решение позволяет получить значение x , свободное от переменной систематической погрешности, обусловленной изменением коэффициента k :

$$x = \frac{2x_0(y_2 - y_0)}{y_1 + y_3 - 2y_0}$$

• Специальные статистические методы. К ним относятся способ последовательных разностей, дисперсионный анализ, и др.

Проверка нормальности результатов измерений.

Способы нахождения значений случайной величины зависят от вида функции ее распределения. Однако на практике такие функции, как правило, неизвестны. Если же случайный характер результатов наблюдений обусловлен погрешностями измерений, то полагают, что наблюдения имеют нормальное распределение.

Это обусловлено тем, что погрешности измерений складываются из большого числа небольших возмущений, ни одно из которых не является преобладающим. Согласно же центральной предельной теореме: сумма бесконечно большого числа взаимно независимых бесконечно малых случайных величин с любыми распределениями имеет нормальное распределение.

Реально даже воздействие ограниченного числа возмущений приводит к нормальному распределению результатов измерений и их погрешностей. В настоящее время наиболее полно разработан математический аппарат именно для случайных величин, имеющих нормальное распределение. Если же предположение о нормальности распределения отвергается, то статистическая обработка наблюдений существенно усложняется и в таком случае невозможно рекомендовать общую методику статистической обработки наблюдений. Часто даже не известно, какая характеристика распределения может служить оценкой истинного значения измеряемой величины.

Нормальное распределение характеризуется двумя параметрами: математическим ожиданием m_1 и средним квадратическим отклонением σ

Эта оценка характеризует рассеяние единичных результатов измерений в ряду равнозначных измерений одной и той же величины около их среднего значения.

Другими оценками рассеяния результатов в ряду измерений являются размах (разница между наибольшим и наименьшим значением), модуль средней арифметической погрешности (арифметическая сумма погрешностей, деленная на число измерений) и доверительная граница погрешности (подробно рассматривается ниже).

СКО является наиболее удобной характеристикой погрешности в случае ее дальнейшего преобразования. Например, для нескольких некоррелированных слагаемых СКО суммы определяется по формуле:

Оценка S характеризует рассеяние единичных результатов наблюдений относительно среднего значения, то есть в случае, если мы за результат измерений примем отдельный исправленный результат наблюдений. Если же в качестве результата измерений принимается среднее арифметическое, то СКО этого среднего определяется по формуле:

Нормальное распределение погрешностей имеет следующие свойства:

1. симметричность, т.е. погрешности, одинаковые по величине, но противоположные по знаку, встречаются одинаково часто;
2. математическое ожидание случайной погрешности равно нулю;

3. малые погрешности более вероятны, чем большие;
4. чем меньше s , тем меньше рассеяние результатов наблюдений и больше вероятность малых погрешностей.

Другим распространенным в метрологии распределением случайной величины является равномерное распределение - распределение, при котором случайная величина принимает значения в пределах конечного интервала от x_1 до x_2 с постоянной плотностью вероятностей.

Кроме рассмотренных примеров распределений случайных величин существуют и другие важные для практического использования распределения дискретных случайных величин, например, биномиальное распределение и распределение Пуассона. В настоящем курсе они не рассматриваются.

Лекция 7

Критерий Фишера

F-тест или критерий Фишера его относят к критериям рассеяния. (F-критерий, F^* -критерий) — статистический критерий, тестовая статистика которого при выполнении нулевой гипотезы имеет распределение Фишера (F-распределение).

Нулевая гипотеза формулируется следующим образом: в состоянии изучаемого свойства нет значимых различий при первичном и вторичном измерениях.

Альтернативная гипотеза: законы распределения величин X и Y различны, т. е. состояния изучаемого свойства существенно различны в одной и той же совокупности при первичном и вторичном измерениях этого свойства.

Статистика теста, так или иначе, сводится к отношению выборочных дисперсий (сумм квадратов, деленных на «степени свободы»). Чтобы статистика имела распределение Фишера, необходимо, чтобы числитель и знаменатель были независимыми случайными величинами, и соответствующие суммы квадратов имели распределение Хи-квадрат. Для этого требуется, чтобы данные имели нормальное распределение. Кроме того, предполагается, что дисперсия случайных величин, квадраты которых суммируются, одинакова.

Критерий Фишера позволяет сравнивать величины выборочных дисперсий двух независимых выборок. Для вычисления $F_{эмп}$ нужно найти отношение дисперсий двух выборок, причем так, чтобы большая по величине дисперсия находилась бы в числителе, а меньшая – в знаменателе. Формула вычисления критерия Фишера такова:

$$F_{эмп} = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2},$$

Где σ_x^2 , σ_y^2 - дисперсии первой и второй выборки соответственно.

Так как, согласно условию критерия, величина числителя должна быть больше или равна величине знаменателя, то значение $F_{эмп}$ всегда будет больше или равно единице.

Число степеней свободы определяется также просто:

$k_1 = n_1 - 1$ для первой выборки (т.е. для той выборки, величина дисперсии которой больше) и $k_2 = n_2 - 1$ для второй выборки.

В Приложении 1 критические значения критерия Фишера находятся по величинам k_1 (верхняя строчка таблицы) и k_2 (левый столбец таблицы).

Если $t_{\text{эмп}} > t_{\text{крит}}$, то нулевая гипотеза принимается, в противном случае принимается альтернативная.

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ

НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Основополагающим этапом развития законодательной метрологии в Российской Федерации можно считать 1993 г., когда был принят Закон об обеспечении единства измерений, который впервые на высшем уровне установил основные нормы и правила управления метрологической деятельностью в стране.

Тот факт, что при его подготовке был максимально учтен международный и отечественный опыт, позволил российской метрологии достойно выполнять главную задачу — обеспечить защиту общества и государства от недостоверных результатов измерений. За эти годы метрологам России пришлось решать много проблем, связанных с переходом экономики страны на рыночные отношения. Остро стояла задача сохранения и восполнения эталонной базы, разработки нормативных документов, регламентирующих положения Закона, формирования адаптированной к рынку метрологической инфраструктуры, поиска дополнительных источников финансирования, сохранения научного и кадрового потенциала и т.д. Можно отметить, что метрологи России успешно справились с этими задачами, но жизнь и изменяющееся законодательство ставят новые. Основной задачей законодательной метрологии было и остается создание необходимых и соответствующих состоянию развития экономики и общества условий для обеспечения единства и достоверности измерений на национальном и международном уровнях. Время прошедшее после принятия Закона об обеспечении единства измерений показало, с одной стороны, его дееспособность, а с другой — несоответствие ряда положений меняющейся экономической ситуации в стране и мире.

Глобализация мировой торговли, международная интеграция и курс на создание глобальной системы измерений, внедрение новейших технологий, повышение затрат на содержание эталонной базы на международном и национальном уровнях, новые направления развития науки и техники, принятие ряда законов, прямо относящихся к метрологии, Вступление России в ВТО — вот далеко не полный перечень предпосылок к реформированию законодательной метрологии в Российской Федерации. (* В развитых странах затраты на содержание эталонной базы составляют 1% от величины валового национального продукта (ВНП) в рамках 6%, приходящихся на все затраты на получение достоверных результатов измерений.)

К этому следует добавить и то, что система управления метрологической деятельностью в стране и ее основа — Государственная метрологическая служба — в силу объективных и субъективных причин — по некоторым вопросам вступила в противоречие с действующим международным и национальным законодательством. В связи с этими ВНИИ метрологической службы разработал проект Федерального закона, учитывающего 10-летнюю практику применения действующего Закона, положения Федерального закона «О техническом регулировании» и гармонизированного с соответствующими документами Международной организации законодательной метрологии.

В соответствии с этим в основу проекта Федерального закона положены новые подходы к решению ряда задач по вопросам:

- изменения состава и видов нормативных правовых актов по обеспечению единства измерений (с учетом категории технических регламентов);
- правового положения федерального органа исполнительной власти в области обеспечения единства измерений, принимая во внимание изменение статуса и компетенции Госстандарта России в связи с преобразованием последнего в агентство Ростехрегулирование;
- разграничения государственного метрологического надзора и комплекса работ, связанных с «допуском средств измерений в обращение», к которым относятся: утверждение типа, декларирование и поверка средств измерений, а также лицензирование изготовления и ремонта средств измерений;
- распространения, с учетом достигнутого уровня технологий и производства, государственного регулирования в области обеспечения единства измерений также на средства контроля и испытательное оборудование, равно как и на методики выполнения испытаний и контроля;
- сужения сферы распространения государственного метрологического надзора с переносом акцента на сферы действия технических регламентов. В результате будет несколько ограничена номенклатура средств измерений, подлежащих поверке, и расширена область применения калибровки средств измерений.

При определении положений, касающихся вопросов состояния и применения средств контроля и испытательного оборудования, предполагается принять во внимание, что испытания и контроль, имеющие широкое распространение на практике, характеризуются метрологическими свойствами, имеющими определяющее значение в процессе их эксплуатации. В то же время методическое и правовое обеспечение этих операций отсутствует. Правильная организация работ по метрологической аттестации испытательного оборудования и средств контроля позволит получить объективную информацию о достигнутом уровне достоверности и единства этих операций.

Реализация этих замыслов позволит:

- определить место и роль законодательной метрологии в реальном секторе экономики;
- изыскать дополнительные, негосударственные средства для целенаправленного формирования стабильных источников финансирования эталонной базы России;
- кардинально повысить эффективность метрологии как деятельности в нашей стране;
- привести в соответствие с принципами де бюрократизации и либерализации государственное управление механизмом проведения государственного метрологического контроля и надзора;
- далее развивать метрологическую инфраструктуру.

Особое внимание предлагается уделить вопросам создания, совершенствования, хранения и применения эталонов единиц величин, т.е. поиску того баланса бюджетного и рыночного финансирования, который позволил бы обеспечить функционирование эталонной базы России на мировом уровне. Реализация упомянутых предложений позволит более четко разграничить сферу государственного регулирования и сферу метрологических услуг в области метрологии, гармонизировать принципы организации

метрологической деятельности с международными, обеспечив таким образом необходимые доверие и признание на международном уровне, привлечь инвестиции из реального сектора экономики в фундаментальный сектор метрологии.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

СЕРТИФИКАЦИИ И ДРУГИХ ФОРМ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

СООТВЕТСТВИЯ

8.1. Направления развития систем оценки

и подтверждения соответствия

Как известно, в России сертификация введена в 1992 г., когда был принят Закон о защите прав потребителей. Именно в этот период российский рынок стали заполнять в огромном количестве импортные товары, многие из которых были недоброкачественными, а часто и опасными. Оперативно сформированная Госстандартом России система сертификации позволила ограничить поступление опасных товаров в страну, т.е. реализовать свои защитные функции. Эффект сертификации, который, к сожалению, трудно подсчитать, определяется предотвращением затрат общества на лечение, реабилитацию пострадавших и восстановление объектов. Например, отказ в выдаче всего 350 сертификатов в Ростест—Москва на продукцию стоимостью 110 тыс. руб. позволил, по экспертной оценке, предотвратить травмы, отравления и заболевания не менее 200 тыс. человек.

Вместе с тем за срок существования системы сертификации выявился ряд недостатков и проблем. Особенно много проблем возникает в связи с интеграцией экономики страны в мировую хозяйственную систему, в частности с вступлением в ВТО.

В подготовленной в 1997 г. Госстандартом России Концепции был намечен переход от собственно сертификации как деятельности, осуществляемой третьей стороной, к более общему контролю безопасности — оценке и подтверждению соответствия (лицензирование, регистрация, надзор и контроль, одобрение типа, аккредитация, декларирование соответствия, сертификация). В тот же период Госстандарт России перешел, как уже отмечалось, во всех внешних документах от применения термина «сертификация» к понятию «оценка соответствия», тем более что в Соглашении ГАТТ (ВТО) о технических барьерах в торговле, а также в международном терминологическом документе ИСО/МЭК 2 использован именно этот термин. На основе концепции Госстандарта был подготовлен и передан на рассмотрение Правительства РФ проект закона «О подтверждении соответствия продукции и услуг нормативным требованиям». В процессе его рассмотрения принято решение о необходимости разработки закона по техническому регулированию рынка. Основные положения предложенного Госстандартом проекта вошли в качестве одного из разделов Федерального закона «О техническом регулировании».

Направления совершенствования систем оценки и подтверждения соответствия в России базируются на практике технического регулирования в Евросоюзе, в частности политике ЕС в области оценки соответствия. Выбор обусловлен двумя причинами:

- 1) Европа — наш основной торговый партнер;
- 2) в ЕС за последнее десятилетие накоплен значительный опыт разработки и применения директив, которые позволили защитить потребительский рынок от недоброкачественной, потенциально опасной продукции и устранить технические барьеры в торговле между странами.

Взятая за основу европейская модель будет использоваться в отечественной системе технического регулирования (с поправкой на российскую специфику). Особо пристального анализа требуют европейские директивы так называемых «нового и глобального подходов» [32].

Новый подход реализован, как отмечалось выше, в директивах ЕС, введенных в 1985 г. Он предусматривает создание единой общеевропейской нормативной базы, определяющей требования к продукции. Глобальный подход развивает его положения в вопросах оценки соответствия этим требованиям.

В основе глобального подхода лежат следующие принципы:

— использование нескольких процедур оценки соответствия, которые равноценны с точки зрения результатов;

— процедуры состоят из модулей, относящихся либо к проектированию, либо к производству, либо к тому и другому;

— выбор процедуры оценки из числа установленных в директиве, предоставляется изготовителю;

— результат оценки, предусматривающей контроль продукции или производственного процесса (системы качества), рассматривается как равноценный;

— процедуры оценки соответствия в зависимости от требований директивы осуществляют изготовитель и нотифицированный орган, уполномоченный на проведение работ по конкретной директиве органами власти государства — члена ЕС;

— уполномоченный орган должен быть третьей стороной, соответствовать европейским стандартам EN 45000 и предпочтительно аккредитованным в качестве органа по сертификации или испытательной лаборатории;

— результатом оценки соответствия являются декларация о соответствии и маркировка продукции знаком СС;

— процедуры оценки не должны быть слишком обременительными для изготовителя.

Главная цель глобального подхода заключается в обеспечении прозрачности систем оценки соответствия. Одно из основных средств ее достижения — гарантия компетентности органов по оценке соответствия и уровня доверия к ним, которые можно объективно проверить. А это в свою очередь способствует взаимному признанию и принятию результатов (протоколов испытаний, сертификатов и т.д.) деятельности

органов по оценке соответствия. Поэтому важно установить объективные критерии назначения органов по оценке соответствия.

Лекция 8

ТОЧНЫЙ КРИТЕРИЙ ФИШЕРА

Рональд Фишер

Точный критерий Фишера – это критерий, который используется для сравнения двух относительных показателей, характеризующих частоту определенного признака, имеющего два значения. Исходные данные для расчета точного критерия Фишера обычно группируются в виде четырехпольной таблицы.

1. История разработки критерия

Впервые критерий был предложен **Рональдом Фишером** в его книге «Проектирование экспериментов». Это произошло в 1935 году. Сам Фишер утверждал, что на эту мысль его натолкнула Муриэль Бристоль. В начале 1920-х годов Рональд, Муриэль и Уильям Роуч находились в Англии на опытной сельскохозяйственной станции. Муриэль утверждала, что может определить, в какой последовательности наливали в ее чашку чай и молоко. На тот момент проверить правильность ее высказывания не представлялось возможным.

Это дало толчок идее Фишера о «нуль гипотезе». Целью стала не попытка доказать, что Муриэль может определить разницу между по-разному приготовленными чашками чая. Решено было опровергнуть гипотезу, что выбор женщина делает наугад. Было определено, что нуль-гипотезу нельзя ни доказать, ни обосновать. Зато ее можно опровергнуть во время экспериментов.

Было приготовлено 8 чашек. В первые четыре налито молоко сначала, в другие четыре – чай. Чашки были помешаны. Бристоль предложили опробовать чай на вкус и разделить чашки по методу приготовления чая. В результате должно было получиться две группы. История говорит, что эксперимент прошел удачно.

Благодаря тесту Фишера вероятность того, что Бристоль действует интуитивно, была уменьшена до 0.01428. То есть, верно определить чашку можно было в одном случае из 70. Но все же нет возможности свести к нулю шансы того, что мадам определяет случайно. Даже если увеличивать число чашек.

Эта история дала толчок развитию «нуль гипотезы». Тогда же был предложен точный критерий Фишера, суть которого в переборе всех возможных комбинаций зависимой и независимой переменных.

2. Для чего используется точный критерий Фишера?

Точный критерий Фишера в основном применяется для сравнения *малых выборок*. Этому есть две весомые причины. Во-первых, вычисления критерия довольно громоздки и могут занимать много времени или требовать мощных вычислительных ресурсов. Во-вторых, критерий довольно точен (что нашло отражение даже в его названии), что позволяет его использовать в исследованиях с небольшим числом наблюдений.

Особое место отводится точному критерию Фишера в медицине. Это важный метод обработки медицинских данных, нашедший свое применение во многих научных исследованиях. Благодаря ему можно исследовать взаимосвязь определенных фактора и исхода, сравнивать частоту патологических состояний между двумя группами исследуемых и т.д.

3. В каких случаях можно использовать точный критерий Фишера?

1. Сравнимые переменные должны быть измерены в *номинальной шкале* и иметь только *два значения*, например, артериальное давление в норме или повышено, исход благоприятный или неблагоприятный, послеоперационные осложнения есть или нет.
2. Точный критерий Фишера предназначен для сравнения *двух независимых групп*, разделенных по факторному признаку. Соответственно, фактор также должен иметь только два возможных значения.
3. Критерий подходит для сравнения очень малых выборок: точный критерий Фишера может применяться для анализа четырехполных таблиц в случае значений ожидаемого явления менее 5, что является ограничением для применения **критерия хи-квадрат Пирсона**, даже с учетом поправки Йейтса.
4. Точный критерий Фишера бывает *односторонним и двусторонним*. При одностороннем варианте точно известно, куда отклонится один из показателей. Например, во время исследования сравнивают, сколько пациентов выздоровело по сравнению с группой контроля. Предполагают, что терапия не может ухудшить состояние пациентов, а только либо вылечить, либо нет.
Двусторонний тест оценивает различия частот по двум направлениям. То есть оценивается вероятность как большей, так и меньшей частоты явления в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой.

Аналогом точного критерия Фишера является **Критерий хи-квадрат Пирсона**, при этом точный критерий Фишера обладает более высокой мощностью, особенно при сравнении малых выборок, в связи с чем в этом случае обладает преимуществом.

4. Как рассчитать точный критерий Фишера?

Допустим, изучается зависимость частоты рождения детей с врожденными пороками развития (ВПР) от курения матери во время беременности. Для этого выбраны две группы беременных женщин, одна из которых - экспериментальная, состоящая из 80 женщин, куривших в первом триместре беременности, а вторая - группа сравнения, включающая 90 женщин, ведущих здоровый образ жизни на протяжении всей беременности. Число случаев ВПР плода, установленных по данным УЗИ в экспериментальной группе, составило 10, в группе сравнения - 2.

Вначале составляем *четырёхпольную таблицу сопряженности*:

	Исход есть (Наличие ВПР)	Исхода нет (Отсутствие ВПР)	Всего
Фактор риска есть (Курящие)	A = 10	B = 70	(A + B) = 80
Фактор риска отсутствует (Некурящие)	C = 2	D = 88	(C + D) = 90
Всего	(A + C) = 12	(B + D) = 158	(A + B + C + D) = 170

Точный критерий Фишера рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \frac{(A+B)! \cdot (C+D)! \cdot (A+C)! \cdot (B+D)!}{A! \cdot B! \cdot C! \cdot D! \cdot N!}$$

где N - общее число исследуемых в двух группах; ! - факториал, представляющий собой произведение числа на последовательность чисел, каждое из которых меньше предыдущего на 1 (например, $4! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$)

В результате вычислений находим, что $P = 0,0137$.

5. Как интерпретировать значение точного критерия Фишера?

Достоинством метода является соответствие полученного критерия точному значению уровня значимости p . То есть, полученное в нашем примере значение 0,0137 и есть уровень значимости различий сравниваемых групп по частоте развития ВПР плода. Необходимо лишь сопоставить данное число с критическим уровнем значимости, обычно принимаемым в медицинских исследованиях за 0,05.

- Если значение точного критерия Фишера больше критического, принимается *нулевая гипотеза* и делается вывод об отсутствии статистически значимых различий частоты исхода в зависимости от наличия фактора риска.
- Если значение точного критерия Фишера меньше критического, принимается *альтернативная гипотеза* и делается вывод о наличии статистически значимых различий частоты исхода в зависимости от воздействия фактора риска.

КРИТЕРИЙ ХИ-КВАДРАТ ПИРСОНА

Карл Пирсон

Карл Пирсон

Критерий χ^2 Пирсона – это непараметрический метод, который позволяет оценить значимость различий между фактическим (выявленным в результате исследования) количеством исходов или качественных характеристик выборки, попадающих в каждую категорию, и теоретическим количеством, которое можно ожидать в изучаемых группах при справедливости нулевой гипотезы. Выражаясь проще, метод позволяет оценить статистическую значимость различий двух или нескольких относительных показателей (частот, долей).

1. История разработки критерия χ^2

Критерий хи-квадрат для анализа таблиц сопряженности был разработан и предложен в 1900 году английским математиком, статистиком, биологом и философом, основателем математической статистики и одним из основоположников биометрики Карлом Пирсоном (1857-1936).

3. Условия и ограничения применения критерия хи-квадрат Пирсона

Данный метод позволяет проводить анализ не только четырехпольных таблиц, когда и фактор, и исход являются бинарными переменными, то есть имеют только два возможных значения. Критерий хи-квадрат Пирсона может применяться и в случае анализа многопольных таблиц, когда фактор и (или) исход принимают три и более значения.

Список литературы.

1. Колчков, Вячеслав Иванович. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студентов вузов / В. И. Колчков. - М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. - 432 с.
2. Любомудров, Сергей Александрович. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: учеб. пособие для студентов вузов / С. А. Любомудров, А. А. Смирнов, С. Б. Тарасов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 206 с.
3. Николаева, Мария Андреевна. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник для студентов вузов и ссузов / М. А. Николаева, Л. В. Карташова. - М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. - 336 с.
4. Чубенко, Елена Филипповна. Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-практ. пособие [для студентов направления подготовки бакалавров 190600.62 "Эксплуатация транспортно-технол. машин и комплексов] / Е. Ф. Чубенко, Д. Н. Чубенко ; Владивосток. гос. ун-т экономики и сервиса. - Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2013. - 92 с.
5. Сергеев, Алексей Георгиевич. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студентов вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2011. - 820 с

Глоссарий.

Единство измерений - состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимым первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Физическая величина - одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. Измерение - совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей и получения значения этой величины.

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

Проверка - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерения метрологическим требованиям.

Погрешность измерения - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Погрешность средства измерения - разность между показанием средства измерений и действительным значением измеряемой физической величины.

Точность средства измерений - характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю.

Лицензия - это разрешение, выдаваемое органам государственной метрологической службы на закрепленной за ним территории физическому или юридическому лицу на осуществление ему деятельности по производству и ремонту средств измерения.

Эталон единицы величины - техническое средство предназначенное для передачи, хранения и воспроизведения единицы величины.