

## Тема-5

### Критерии качества измерений

#### Опорные понятия:

1. Виды измерений.
2. Способы измерений.
3. Методы измерений.

**Измерение** – это познавательный процесс, заключающийся в сравнении данной величины с известной величиной, принятой за единицу.

**Действительный размер** – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

**Наблюдение** – экспериментальная операция, выполняемая в процессе измерений, в результате которой получается одно значение из группы значений величины, подлежащих совместной обработке для получения результата измерения.

**Метод сравнения** – метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Применяемые на практике измерения можно классифицировать по различным признакам: по характеру зависимости измеряемой величины от времени, по способу получения числового значения, по условиям, определяющим точность результата измерения, и ряду других.

**По методу выполнения измерения подразделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.**

*Прямые измерения* - процесс, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. Простейшие случаи прямых измерений - измерения длины линейкой, температуры - термометром, напряжения - вольтметром и т. п.

*Косвенные измерения* - вид измерения, результат которых определяют из прямых измерений, связанных с измеряемой величиной известной зависимостью. Например, площадь можно измерить как произведение результатов двух линейных измерений координат, объем - как результат трех линейных измерений.

*Совокупные измерения* - это измерения, в которых результат находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин. Например, совокупными являются измерения, при которых массу отдельных гирь набора находят по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь.

*Совместными измерениями* называют производимые прямые или косвенные измерения двух или нескольких не одноименных величин. Целью таких измерений является установление функциональной зависимости между величинами. Например, совместными будут измерения температуры, давления и объема занимаемого газом, измерения длины тела в зависимости от температуры и т. д.

**По временным характеристикам измерения подразделяются на:**

- статические, при которых измеряемая величина остается неизменной во времени;
- динамические, в процессе которых измеряемая величина изменяется.

**По выражению результатов измерения подразделяются на:**

- абсолютные, которые основаны на прямых или косвенных измерениях нескольких величин и на использовании констант и в результате которых получается абсолютное значение величины в соответствующих единицах;
- относительные измерения, которые не позволяют непосредственно выразить результат в узаконенных единицах, но позволяют найти отношение результата измерения к какой-либо одноименной величине с неизвестным в ряде случаев значением. Например, это может быть относительная влажность, относительное давление, удлинение и т. д.

Для измерения физической величины существуют два **способа: технический и лабораторный.**

*Технический способ* измерения выполняют на промышленных предприятиях, их используют на приборах, которые дают невысокие точности измерения.

*Лабораторный способ* измерения выполняется средствами измерения, у которых высокая точность измерения, указаны год допуска к использованию и величины допускаемой погрешности измерения. Данный способ измерения широко используется в научно-исследовательской работе, поверке измерительных приборов и наладке станков.

**По характеру взаимодействия средств измерения с поверхностью измеряемой детали** методы измерения подразделяются на *контактные и бесконтактные.*

*Контактными* называются измерения, при которых измерительное средство имеет механический контакт с поверхностью измеряемого объекта.

*Бесконтактными* называются измерения, при которых измерительное средство не имеет механического контакта с поверхностью измеряемого объекта.

**Измерения могут меняться по количеству информации:**

Однократные;

Многократные (> 3);

**По условиям, определяющим точность результата, измерения делят на три класса:**

- измерения максимальной возможной точности, достижимой при существующем уровне техники;
- контрольно-поверочные измерения, выполняемые с заданной точностью;
- технические измерения, погрешность которых определяется метрологическими характеристиками средств измерений.

**В технологических измерениях наиболее часто востребованными являются следующие виды измерений:**

- линейные измерения;
- измерения давления;

- измерения расхода;
- измерения вязкости;
- измерение плотности;
- измерения температуры;
- измерения твердости.

### **Качественная оценка результатов измерений**

Для *качественной оценки* результатов измерений часто используют такие понятия как, **правильность, сходимость, воспроизводимость, точность** измерений.

При этом под понятием «**правильность измерения**» (правильность результатов измерения) понимают качество измерения, отражающее близость к нулю систематической составляющей погрешности измерений.

Понятие «**сходимость результатов измерений**» (сходимость измерений) характеризует близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях, т.е. близость к нулю случайной составляющей погрешности данной серии измерений.

Под понятием «**воспроизводимость измерений**» понимают качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполненных в различных условиях (в различное время, в различных местах, различными методами и средствами).

**Точность измерений** (точность результатов измерений) - характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю как систематической, так и случайной составляющих погрешности измерений.

Случайная погрешность может рассматриваться как случайная величина с математическим ожиданием равным нулю. Другими словами, среднее арифметическое бесконечного числа повторных измерений одной и той же величины не будет содержать случайной погрешности.

Для конечного числа наблюдений возможные границы случайной погрешности могут быть определены путем специальной математической обработки результатов этих наблюдений. Окончательный результат при этом может быть уточнен с некоторой вероятностью, естественно, не равной 100 %. Но так как в каждом из результатов наблюдений присутствует некая систематическая составляющая (систематическая погрешность), то и окончательный результат будет искажен этой погрешностью.

Как наличие случайной погрешности невозможно выявить по результату однократного наблюдения, так и систематическую погрешность невозможно определить математической обработкой результатов многократных наблюдений.

Систематическая погрешность может быть определена и, соответственно, исключена только опытным путем. Многообразие причин, вызывающих систематические погрешности, определяет и многообразие приемов их обнаружения и исключения.

## **Методика выполнения измерений**

Для однозначного воспроизведения сложных, многофакторных измерений часто возникает необходимость четкой регламентации всей совокупности правил и процедур выполнения таких измерений специальным руководством – *методикой выполнения измерений*.

**Методика выполнения измерений (МВИ)** – совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной точностью. Методики разрабатывают и используют для выполнения измерений с погрешностью, характеристики которой не хуже гарантированной в научно-технической документации на МВИ.

Повышение результатов измерений с известной погрешностью или с погрешностью, не превышающей допустимых пределов, является одним из важнейших условий обеспечения единства измерений. С этой целью разрабатываются методики выполнения измерений (МВИ).

Из определения следует, что под МВИ понимают технологический процесс измерения, поэтому не следует смешивать МВИ и документ на МВИ.

Как правило, МВИ оформляют в виде документа, устанавливающего требования к совокупности операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленной погрешностью (далее - документ МВИ). Документ МВИ содержит наименование, область применения и разделы, в которых излагаются:

- требования к погрешности измерений или приписанные характеристики погрешности измерений;
- перечень средств измерений, вспомогательных устройств, материалов, растворов, химических реактивов и т.д., необходимых для реализации МВИ;
- метод (методы) измерений на которых основана МВИ;
- требования безопасности, охраны окружающей среды;
- требования к квалификации операторов;
- условия измерений;
- процедуры и операции по подготовке к выполнению измерений;
- процедуры и операции выполнения измерений;
- порядок и алгоритмы обработки (вычисления) результатов измерений;
- порядок и описание процедур оперативного контроля точности результатов измерений;
- правила оформления результатов измерений.

Поскольку МВИ является инструментом выполнения измерений, она, как и средство измерений, обладает совокупностью метрологических характеристик.

Определяющими метрологическими характеристиками МВИ являются:

- область применения, включающая в себя диапазон измерений;
- ограничивающие параметры влияющих факторов;

- погрешность измерений, состоящую, в общем виде из систематической и случайной составляющих погрешности.

Не все МВИ могут быть описаны или регламентированы документом на МВИ. Например, такие простейшие измерения, как измерения давления с помощью показывающих манометров, электрических величин щитовыми приборами, линейно-угловые измерения, измерения массы и многих других величин с помощью простых средств измерений, не требуют документированных МВИ. Необходимость документации МВИ устанавливает разработчик конструкторской, технологической или проектной документации. Или же разработку документа на МВИ может потребовать заказчик.

При проведении метрологической экспертизы особое внимание уделяют выбору методик выполнения измерений, которые должны обеспечивать контролепригодность с учетом требований к точности параметров и их инструментальной доступности на объекте. При возможности использования конкурирующих МВИ следует выбирать не ту методику, которая обладает самой высокой точностью, а такую, которая требовала бы наименьших затрат с учетом имеющихся материальных ресурсов, либо позволяла минимизировать затраты на проектирование процессов измерений при необходимости приобретения и/или разработки новых средств измерений.

Методики выполнения измерений являются необходимой и важной составляющей системы обеспечения единства измерений.

Методики выполнения измерений должны содержать оценку погрешностей результатов измерений и обеспечивать установленную точность в реальных условиях проведения измерений. Измерения должны осуществляться в соответствии с аттестованными в установленном порядке методиками выполнения измерений. Порядок разработки и метрологической аттестации методик выполнения измерений устанавливает Агентство Узстандарт.

Основные требования к методикам выполнения измерений установлены в О'z DSt 8.016:2002 «ГСИ Уз. Методики выполнения измерений. Основные положения».

В стандартах на методики выполнения измерений (или в соответствующих разделах стандартов технологических процессов, методов испытаний и контроля, методов и средств поверки) указываются:

- назначение и область применения стандартизированной методики выполнения измерения;
- требования к средствам измерений и вспомогательным устройствам, необходимым для выполнения измерений (в том числе к уровню их автоматизации);
- метод измерений;
- порядок подготовки и выполнения измерений;

- нормы на показатели точности измерений и зависимости, выражающие связи между этими показателями и всеми факторами, существенно влияющими величин, для которых эти зависимости справедливы. Указанные зависимости могут быть представлены в виде таблиц, графиков, уравнений;

- способы обработки результатов измерений и оценки показателей точности измерений;

- требования к квалификации операторов;

- требования к технике безопасности.

МВИ, как правило, необходимы при сложных многофакторных измерениях, на результаты которых значительное влияние может оказывать квалификация оператора. Применение таких методик позволяет обеспечить воспроизводимость и повторяемость подобных измерений при их выполнении разными людьми, обладающими соответствующей квалификацией, в различное время и на различных комплектах оборудования. Практически МВИ необходимо составлять для большинства косвенных измерений.

Особенно велика роль МВИ при измерениях, связанных с определением состава веществ и материалов. В этой области измерений МВИ в настоящее время являются порой основным инструментом, обеспечивающим точность измерений. Измерения состава веществ проводятся с применением химических и физических методов, требующих преобразования измерительной информации, что значительно затрудняет анализ погрешностей измерений и обеспечение их единства. В этом случае наличие методик выполнения измерений, обеспечивающих гарантированную погрешность результата измерений, является необходимым условием.

При разработке МВИ рекомендуется пользоваться положениями О'z Т 51-088:1999 «ГСИ Уз. Методики выполнения измерений. Построение, содержание, изложение и оформление».

МВИ может быть оформлена в виде самостоятельного документа или входить составной частью в другой документ (стандарт, технические условия, методика испытаний и пр.).

## Тема-6

### Распределение погрешностей и их вероятная оценка.

#### Опорные понятия:

1. Погрешности измерений.
2. Точность измерений.
3. Поверка
4. Калибровка

**Погрешность** — это разность между показаниями СИ и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, то на практике пользуются ее действительным значением. Для рабочего СИ за действительное значение принимают показания рабочего эталона низшего разряда (допустим, 4-го), для эталона 4-го разряда, в свою очередь, — значение физической величины, полученное с помощью рабочего эталона 3-го разряда. Таким образом, за базу для сравнения принимают значение СИ, которое является в поверочной схеме вышестоящим по отношению к подчиненному СИ, подлежащему поверке:

$$\Delta X_n = X_n - X_0,$$

где  $\Delta X_n$  — погрешность поверяемого СИ;  $X_n$  — значение той же самой величины, найденное с помощью поверяемого СИ;  $X_0$  — значение СИ, принятое за базу для сравнения, т.е. действительное значение.

Например, при измерении барометром атмосферного давления получено значение  $X_n = 1017$  гПа. За действительное значение принято показание рабочего эталона, которое равнялось  $X_0 = 1020$  гПа. Следовательно, погрешность измерения барометром составила:

$$\Delta X_n = 1017 - 1020 = -3 \text{ гПа}.$$

Погрешности СИ могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- по способу выражения — абсолютные, относительные;
- по характеру проявления — систематические, случайные;
- по отношению к условиям применения — основные, дополнительные.

Наибольшее распространение получили метрологические свойства, связанные с первой группировкой — с абсолютными и относительными погрешностями.

*Точность измерений СИ* — качество измерений, отражающее близость их результатов к действительному (истинному) значению измеряемой величины. Точность определяется показателями абсолютной и относительной погрешности.

Определяемая  $\Delta X_n$  является абсолютной погрешностью. Однако в большей степени точность СИ характеризует относительная погрешность ( $\delta$ ), т.е. выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины, измеряемой или воспроизводимой данным СИ:

$$\delta = \frac{100 * \Delta X_n}{X_0}$$

Точность может быть выражена обратной величиной относительной погрешности —  $1/\delta$ . Если погрешность  $\delta = 0,1\%$  или  $0,001 = 10^{-3}$ , то точность равна  $10^3$ .

По зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины различают:

- **аддитивные погрешности**, не зависящие от измеряемой величины;
- **мультипликативные погрешности**, которые прямо пропорциональны измеряемой величине;
- **нелинейные погрешности**, имеющие нелинейную зависимость от измеряемой величины.

*Приведенной* называется относительная погрешность, вычисленная в процентах от некоторого нормирующего значения. В качестве нормирующего обычно принимается конечное значение шкалы (верхний предел измерения для приборов с односторонней шкалой или сумма пределов — для приборов с нулем посередине).

В стандартах нормируют характеристики точности, связанные с другими погрешностями.

*Систематическая погрешность* — составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной (или же закономерно изменяющейся) при повторных измерениях одной и той же величины. Ее примером может быть погрешность градуировки, в частности погрешность показаний прибора с круговой шкалой и стрелкой, если ось последней смещена на некоторую величину относительно центра шкалы. Если эта погрешность известна, то ее исключают из результатов разными способами, в частности введением поправок.

Рассмотрим группы *систематических погрешностей*, отличающихся одна от другой причиной возникновения. В основном различают следующие группы:

- *Инструментальные погрешности*, связанные с несовершенством конструкции прибора, неправильностью технологии его изготовления;
- *Погрешности, возникающие от внешних влияний*. Особенно часто в измерительной практике приходится сталкиваться с влиянием климатических условий - температуры, давления, влажности. Кроме того, весьма распространенным источником такого рода погрешностей является влияние внешних электромагнитных полей и изменения в напряжении сети питания измерительных приборов;
- *Погрешности метода измерения*. Этот вид погрешности может быть связан как с неточностью знания свойства объекта измерения, так и с одинаковым влиянием разных факторов на датчик измерительного прибора. Сюда же можно отнести погрешности пробоподготовки в определении состава веществ и материалов;

– *Субъективные погрешности*, связанные либо с недостаточным вниманием, либо с невысокой квалификацией персонала, обслуживающего прибор. Особенно большое значение этот вид погрешности имеет при пользовании приборами с визуальным отсчетом. Большая часть промахов также может быть связана с субъективными погрешностями.

Следует делать различие между понятиями «погрешность» и «ошибка», Первая возникает по объективным обстоятельствам, устранить ее невозможно, можно уменьшить с помощью определенных методов. Термин «ошибка» связан с субъективными обстоятельствами.

При нормировании систематической составляющей погрешности СИ устанавливают пределы допускаемой систематической погрешности СИ — конкретного типа —  $\Delta$ . Величина систематической погрешности определяет такое метрологическое свойство, как правильность измерений СИ.

*Случайная погрешность* — составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью. В появлении этого вида погрешности не наблюдается какой-либо закономерности. Они неизбежны и неустранимы, всегда присутствуют в результатах измерения. При многократном и достаточно точном измерении они порождают рассеяние результатов.

Характеристиками рассеяния являются средняя арифметическая погрешность, средняя квадратическая погрешность, размах результатов измерений. Поскольку рассеяние носит вероятностный характер, то при указании на значения случайной погрешности задают вероятность.

Укажем в качестве примера на две нормируемые метрологические характеристики, отражающие точность СИ.

*Доверительная погрешность* — верхняя и нижняя границы интервала погрешности результата измерений при данной доверительной вероятности.

*Средняя квадратическая погрешность* (среднее квадратическое отклонение ( $S \delta$ )) — характеристика рассеяния результатов измерений одной и той же величины вследствие влияния случайных погрешностей. Применяется для оценки точности первичных и вторичных эталонов.

Наконец, показатели точности могут устанавливаться в связи с группировкой погрешностей СИ по условиям измерения.

*Основная погрешность СИ* — погрешность, определяемая в нормальных условиях применения СИ.

*Дополнительная погрешность СИ* — составляющая погрешности СИ, дополнительно возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин (температуры, относительной влажности, напряжения сети переменного тока и пр.) от ее нормального значения.

Номенклатура нормируемых метрологических характеристик СИ определяется назначением, условиями эксплуатации и многими другими факторами. У СИ, применяемых для высокоточных измерений, нормируется

до десятка и более метрологических характеристик в стандартах технических требований (технических условий) и ТУ. Нормы на основные метрологические характеристики приводятся в эксплуатационной документации на СИ. Учет всех нормируемых характеристик необходим при измерениях высокой точности и в метрологической практике. В повседневной производственной практике широко пользуются обобщенной характеристикой — классом точности.

### **Поверка и калибровка средств измерений.**

Для передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений создана система эталонов, которые по точности подразделяются на разряды. Передача размеров единиц осуществляется путем поверки или калибровки средств измерений.

**Поверка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям. Поверка средства измерений заключается в определении погрешностей средства измерений и в установлении его пригодности к применению. Проведение поверки позволяет установить, находятся ли метрологические характеристики средств измерений в заданных пределах.

Процедура поверки средств измерений регламентируется различными документами (государственными стандартами, инструкциями, методическими указаниями и др.), соблюдение требований которых обязательно.

**Калибровка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

**Поверочная схема** - утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные, Государственные поверочные схемы регламентируются государственными стандартами и распространяются на все средства измерений данного вида. Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб Государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование средств измерений, диапазоны значений физических величин, обозначения и значения погрешностей, наименования

методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

**Методы поверки.** Под методами поверки понимают методы передачи размера единиц физической величины. В основу классификации применяемых методов поверки положены следующие признаки, в соответствии с которыми средства измерений могут быть поверены:

- без использования компаратора (прибора сравнения), то есть непосредственным сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида;
- сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида с помощью компаратора или других средств сравнения;
- прямым измерением поверяемым СИ значения физической величины, воспроизводимой эталонной мерой;
- прямым измерением эталонным СИ значения физической величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;
- косвенным измерением величины, воспроизводимой мерой или поверяемым прибором, подвергаемыми поверке;
- путем независимой (автономной) поверки.

При поверке методом *непосредственного сличения* устанавливают требуемые значения измеряемой величины  $X$  и сравнивают показания поверяемого прибора  $X_p$  и эталонного прибора  $X_э$ . Разность между их показаниями будет определять абсолютную погрешность поверяемого прибора, которую приводят к нормированному значению для получения приведенной погрешности.

Основным достоинством метода непосредственного сличения является простота и отсутствие необходимости применения сложного оборудования. Метод сличения при помощи компаратора применяют тогда, когда невозможно или сложно сравнить показания двух приборов или двух мер. Измерения в этом случае выполняют путем введения в схему поверки компаратора, позволяющего косвенно сравнивать две однородные или разнородные физические величины. Компаратором может быть средство измерений, одинаково реагирующее на сигнал эталонного и поверяемого средства измерений. Например, при сличении мер сопротивления, емкости и индуктивности в качестве компаратора используют мосты постоянного или переменного тока. При сравнении мер сопротивления и ЭДС – потенциометры.

Метод *прямых измерений* заключается в прямом измерении поверяемым прибором значения физической величины воспроизводимой мерой. Практическая реализация метода прямых измерений предъявляет к мерам следующие требования:

- возможность воспроизведения мерой той же физической величины, в единицах которой проградуировано поверяемое средство измерений;

- достаточный для перекрытия всего диапазона измерения поверяемого средства измерений диапазон физических величин воспроизводимых мерой;
- соответствие точности меры, а в ряде случаев и ее типа и плавности изменения размера требованиям, которые предъявляются в нормативных документах (НД) по поверке данного средства измерений.

Суть *метода косвенных* измерений заключается в следующем: проводят прямые измерения нескольких физических величин с помощью эталонных СИ и получают значения  $X_{01}$ ,  $X_{02}$ , ...,  $X_{0m}$ . Затем, используя известную функциональную зависимость  $f$  между этими величинами и величиной, которая измеряется поверяемым прибором, определяют действительные значения величины, то есть находят результат косвенного измерения по формуле:

$$Q_0 = f(X_{01}, X_{02}, \dots, X_{0m})$$

Метод используется тогда, когда действительные значения величин, измеряемые поверяемым средством измерений невозможно или трудно определить прямым измерением или когда косвенные измерения более простые или точные.

Например, поверка электрического счетчика активной энергии с помощью образцового ваттметра и секундомера. По показаниям ваттметра определяют значение мощности  $P_0$  и поддерживают ее неизменной в течение времени  $t_0$ , которое в свою очередь определяется по эталонному секундомеру. Тогда действительное значение энергии  $W_0$  можно рассчитывать по формуле:

$$W_0 = P_0 \cdot t_0.$$

При выполнении поверки методом косвенных измерений следует учитывать тот факт, что конечный результат и погрешность косвенного измерения зависит от составляющих погрешностей прямых измерений.

*Автономная поверка* - это поверка без применения эталонных средств измерений (СИ). Она применяется при разработке особо точных СИ, которые невозможно или очень сложно поверить одним из рассмотренных выше методов поверки ввиду отсутствия еще более точных СИ с соответствующими пределами измерения. Суть этой поверки, которая наиболее часто используется для поверки приборов сравнения, заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами поверяемого СИ с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом СИ. Например, при поверке  $m$ -ной декады потенциометра необходимо убедиться в равенстве падений напряжений на каждой  $n$ -ной ступени этой декады. Для этого, выбрав в качестве опорной величины сопротивление первой ступени декады, можно поочередно сравнивать с помощью компаратора падение напряжения на каждой  $n$ -ной ступени с падением напряжения на этом сопротивлении. Метод трудоемок, но обладает высокой точностью.

Реализация рассмотренных выше методов поверки осуществляется с помощью способов *комплектной и поэлементной поверки*.

При комплектной поверке средство измерений поверяют в полном комплекте его составных частей, без нарушения взаимосвязей между ними. Погрешности, которые при этом определяют, рассматривают как погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом средство измерений находится в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации, что позволяет в ходе поверки выявить многие, присущие поверяемому средству измерений недостатки: дефекты внутреннего монтажа, неисправности переключающих устройств и т.п. С учетом простоты и хорошей достоверности результатов, комплектной поверке всегда, когда это возможно отдают предпочтение.

В случае невозможности реализации комплектной поверки, ввиду отсутствия эталонных средств измерений, несоответствия их требованиям точности или пределам измерений, применяют поэлементную поверку. Поэлементная поверка средств измерений это поверка, при которой его погрешности определяют по погрешностям отдельных частей. Затем по полученным данным расчетным путем определяют погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом предполагают, что закономерности взаимодействия отдельных частей средства измерений точно известны, а возможности посторонних влияний на его показания исключены и поддаются точному учету.

Иногда применение поэлементной поверки оказывается единственно возможным. Часто ее используют при поверке сложных СИ, состоящих из компаратора со встроенными в него образцовыми мерами. Следует особо отметить, что по результатам поэлементной поверки, если действительная погрешность превышает допускаемую, то можно непосредственно установить причину неисправности СИ.

Существенным недостатком поэлементной поверки является ее трудоемкость и сложность реализации по сравнению с комплектной поверкой.

**Порядок составления и согласования перечней.** Перечни составляются ежегодно специалистами метрологических служб и лицами ответственными за обеспечение единства измерений предприятий-пользователей.

Перечни составляются в двух экземплярах и подписанные руководителем предприятия - пользователя представляются в метрологическую службу поверителя на согласование.

Срок подачи перечней на согласование в территориальные органы до 1 декабря текущего года. Рассмотрение и согласование перечней осуществляется в двухнедельный срок.

При наличии замечаний к правильности отнесения указанных в перечнях СИ к таким, которые подлежат поверке повторное согласование проводится в том же порядке. Предприятия – пользователи направляют перечни на повторное согласование в течение 10 календарных дней.

**Подготовка годового графика поверки.** Органы Государственной метрологической службы осуществляют поверку средств измерений на основании графиков поверки.

Графики поверки составляются на срок, устанавливаемый владельцами средств измерений. Сроки представления графиков поверки устанавливают органы Государственной метрологической службы. Графики поверки могут быть скорректированы в зависимости от изменения номенклатуры и количества средств измерений.

Графики поверки направляются в орган Государственной метрологической службы, на обслуживаемой территории которого находятся владельцы средств измерений. Графики поверки составляются в трех экземплярах.

В течение 10 дней с момента поступления графиков поверки средств измерений орган Государственной метрологической службы проводит их рассмотрение.

Порядок рассмотрения и согласования графиков поверки устанавливает руководитель органа Государственной метрологической службы.

При рассмотрении графиков поверки определяют средства измерений, поверка которых проводится в органе Государственной метрологической службы.

Данные средства измерений отмечаются в третьем экземпляре, который возвращается для сведения заявителю.

В ответе могут быть указаны другие органы Государственной метрологической службы или юридические лица, которые могут обеспечить поверку средств измерений, не обеспеченных поверкой в данном органе Государственной метрологической службы.

Заявитель повторно направляет графики поверки в другой орган Государственной метрологической службы или юридическое лицо по своему выбору, который их согласовывает.

При согласовании графиков поверки проверяют полноту информации о средствах измерений, представляемых на поверку, уточняют место, сроки, объем поверки, а также оплату.

Первый экземпляр согласованных графиков поверки и подписанных руководителем органа Государственной метрологической службы направляется заявителю.

Доставку средств измерений на поверку обеспечивают владельцы средств измерений.

Средства измерений сдаются на поверку в органы Государственной метрологической службы под расписку.

Ответственность за сохранность средств измерений несет орган Государственной метрологической службы в соответствии с действующим законодательством.

Графики поверки средств измерений устанавливают сроки и объемы проведения работ, связанных с определением пригодности средств измерений к применению, через определенные интервалы времени.

В графики периодической поверки включаются все средства измерений хозяйственного субъекта, предназначенные для измерений.

**Подготовка средств измерений к поверке.** Планирование государственной и ведомственной поверок средств измерений (в том числе и нестандартизованных), находящихся в эксплуатации и на хранении, осуществляет главный метролог, и включает в себя следующие этапы:

- установление номенклатуры средств измерений, подлежащих государственной или ведомственной поверке;
- изучение условий и интенсивности эксплуатации средств измерений; установление межповерочных интервалов;
- составление, утверждение и согласование годовых календарных графиков поверки, которые должны содержать следующие данные: наименование и тип средств измерений, заводской (инвентарный) номер, периодичность поверки, календарные сроки поверки.

Межповерочные интервалы (периодичность поверки) для средств измерений, находящихся в эксплуатации, определяются метрологической службой в зависимости от типа средств измерений, условий и интенсивности их эксплуатации, а также важности выполняемой измерительной операции.

Межповерочные интервалы для средств измерений, находящихся на хранении, должны быть не более:

- Гарантированный срок, установленных приборостроительными предприятиями, - для средств измерений, поступивших на хранение после выпуска из производства;
- Удвоенных межповерочных интервалов, установленных для поверки средств измерений, находящихся в эксплуатации.

Межповерочный интервал обычно составляет:

- 1 год – для линейных и угловых средства измерений;
- 2 года – для датчиков с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm 0.2\%$  и  $\pm 0.25\%$ ;
- 3 года – для датчиков с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm 0.5\%$ ;
- 1 год – для манометров;
- 1 год – для газоанализаторов;
- 4 года – для газовых счетчиков, корректоров объема газа;
- 4 года – для ариометров, вискозиметров.

Средства измерений, находящихся на длительном хранении, при соблюдении требований к их консервации и хранению периодической поверке не подвергаются. Передача средств измерений на длительное хранение оформляется актом, в котором указывают условия хранения, вид консервации или упаковки.

Если средства измерительной техники используются в индикаторном режиме, то они обозначаются буквой "И" и не подлежат поверке или калибровке.

На предприятии имеются: перечень измерительных приборов, носящих информационный характер и не подлежащих калибровке, а также перечень контрольно-измерительных приборов, за которыми осуществляется контроль для обеспечения их калибровки и поверки в установленные сроки.

**Поверка средств измерений.** Перечни СИ, используемых в сфере распространения государственного контроля и надзора, подлежащих поверке, утверждаются Агентством Узстандарт.

Государственную поверку СИ производят органы государственной метрологической службы, но право поверки СИ может быть предоставлено аккредитованным метрологическим службам юридических лиц.

Результаты поверки СИ, произведенной в других государствах, признаются на основании международных договоров и соглашений.

Обязательной государственной поверке подлежат:

а) образцовые СИ государственных метрологических служб и субъектов предпринимательства;

б) СИ выпускаемые из производства в качестве образцовых согласно их прямому назначению или по условиям заказа на изготовление;

в) СИ ионизирующих излучений и содержащие в своем составе источники ионизирующих излучений;

г) СИ выпускаемые прибороремонтными хозяйственными субъектами после ремонта для сторонних хозяйственных субъектов;

д) СИ, связанные с регистрацией спортивных национальных и международных рекордов;

е) СИ применяемые для измерений при проведении экспертиз органами государственного арбитража, а также при таможенном контроле;

ж) СИ применяемые в качестве рабочих для измерений, результаты которых используются для:

- охраны природы; охраны здоровья; обеспечения безопасности труда;
- обеспечения безопасности движения всех видов транспорта;
- обеспечения безопасности производственных и технологических процессов;
- обеспечения систем связи; межхозяйственных взаиморасчетов; всех видов торговли; всех видов платных услуг населению.

Поверка средств измерений производится лицами, имеющими действующие удостоверения о присвоении им квалификации государственного или ведомственного поверителя.

Средства измерений подвергаются *первичной, периодической, внеочередной, инспекционной, выборочной, и экспертной поверкам.*

*Первичная поверка* - поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы партиями, при продаже. *Периодическая поверка* - поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени. *Внеочередная поверка* - поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки при повреждении знака поверительного клейма; в случае утраты свидетельства о поверке; вводе в эксплуатацию средств измерений после длительного хранения (более одного межповерочного интервала); проведении повторной юстировки или настройки. *Инспекционная поверка* - поверка, проводимая органом государственной метрологической службы при проведении государственного надзора за состоянием и применением средств измерений. *Выборочная поверка* - поверка группы средств измерений, отобранных из партии случайным образом, по результатам которой судят о пригодности всей партии. *Экспертная поверка* - проводится при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Если средство измерений по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него или техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма или выдается "Свидетельство о поверке". Если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, оттиск поверительного клейма гасится, "Свидетельство о поверке" аннулируется, выписывается "Извещение о непригодности" или делается соответствующая запись в технической документации.

## Тема-7

### Метрологические характеристики средств измерений.

#### Опорные понятия:

1. Диапазон измерений.
2. Класс точности средств измерений.
3. Метрологические характеристики средств измерений.

**Класс точности СИ** — это обобщенная характеристика, выражаемая пределами допускаемых (основной и дополнительной) погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Пределы допускаемых основной и дополнительных погрешностей средств измерений устанавливаются для каждого класса точности в виде абсолютных, относительных и приведенных погрешностей.

**Пределы допускаемой основной погрешности** - это установленные для нормальных условий экстремальные (наибольшие и наименьшие) отклонения значений номинальной статической функции преобразования, при заданной доверительной вероятности, расположенные симметрично по обе стороны от этой функции.

Пределы допускаемой основной погрешности содержат случайную и систематическую составляющие погрешности.

**Пределы допускаемой дополнительной погрешности** - это наибольшее и наименьшее допускаемые значения дополнительной погрешности, вызываемые условиями измерения, отличающимися от нормальных.

Под нормальными условиями применения средств измерения следует понимать условия, при которых влияющие величины (температура окружающего воздуха, давление, влажность и т.д.) имеют нормальные значения, а также определенное пространственное положение, отсутствие вибраций, излучение и электромагнитных полей.

В качестве нормальных значений или области нормальных значений влияющих величин обычно принимается температура окружающего воздуха -  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ; давление -  $101,325 \pm 3,3$  кПа ( $760 \pm 25$  мм рт.ст.); относительная влажность - 30-80% и т.д. Указанные нормальные условия применения средств измерения, как правило, не являются рабочими условиями их эксплуатации. Поэтому для средств измерения обычно определяют область значений влияющей величины, оговариваемую в технических условиях или стандартах, при которой значение дополнительной погрешности не должно превышать установленных пределов.

Кроме того, необходимо отметить, что в рабочих условиях на средства измерения могут влиять внешние воздействия, которые не отражаются непосредственно на результатах измерений (агрессивные среды, запыленность), а также механические воздействия (удары, тряска, вибрации) во время действия которых невозможно произвести корректное измерение.

В связи с этим приборы, предназначенные для работы в указанных условиях, защищают специальными устройствами.

В зависимости от степени защищенности от внешних воздействий и устойчивости к ним средства измерения подразделяются на обыкновенные, виброустойчивые, пылезащищенные, брызго- и влагозащищенные, газозащищенные, искрозащищенные, взрывозащищенные и т. д. Применение приборов с тем или иным видом защиты дает возможность подбора средств измерений применительно к конкретным рабочим условиям.

В случае нормирования предела допускаемой суммарной дополнительной погрешности при одновременном действии внешних воздействий последний должен определяться в соответствии с выражением:

$$\delta_{\text{доп}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_{\text{доп}i}} \leq 2\delta_{\text{осн}}$$

где:  $\delta_{\text{доп}}$  - общий предел дополнительной погрешности;

$\delta_{\text{осн}}$  - предел основной погрешности;

$\delta_{\text{доп}i}$  - предел дополнительной погрешности от  $i$ -го воздействия.

Класс точности не является непосредственным показателем точности средств измерения, а только лишь характеризует их свойства в отношении точности, т.к. на точность измерения влияют также методы и условия проведения измерений.

Классы точности конкретного типа СИ устанавливают в НД. При этом для каждого класса точности устанавливают конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности отражающим уровень точности СИ данного класса. Например, для вольтметров нормируют предел допускаемой основной погрешности и соответствующие нормальные условия; пределы допускаемых дополнительных погрешностей; пределы допускаемой вариации показаний; невозвращение указателя к нулевой отметке. У плоскопараллельных концевых мер длины такими характеристиками являются пределы допускаемых отклонений от номинальной длины и плоскопараллельности; пределы допускаемого изменения длины в течение года.

**Ряды классов точности** принято устанавливать следующим образом:

- для средств измерений, пределы погрешностей которых выражают в форме абсолютных погрешностей, устанавливаемые ряды классов точности обозначают заглавными буквами либо римскими цифрами;
- классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, присваиваются буквы, находящиеся ближе к началу алфавита;
- для средств измерений, пределы погрешностей которых выражают в форме приведенных или относительных погрешностей, следуют устанавливать ряды классов точности, обозначаемых числами:  $1 \cdot 10^n$ ;  $1,5 \cdot 10^n$ ;  $1,6 \cdot 10^n$ ;  $2 \cdot 10^n$ ;  $2,5 \cdot 10^n$ ;  $3 \cdot 10^n$ ;  $4 \cdot 10^n$ ;  $5 \cdot 10^n$ ;  $6 \cdot 10^n$ ; где  $n = 1, 0, -1, -$

2, и т. д.). Так, класс точности 0,001 нормальных элементов свидетельствует о том, что их нестабильность за год не превышает 0,001%.

Обозначения класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса СИз, приводят в НД. *Например:* Манометр с верхним пределом измерений 25 МПа класса точности 1,5: ДМ 1001-25 МПа-1,5 ТУ. СИз с несколькими диапазонами измерений одной и той же физической величины или предназначенным для измерений разных физических величин могут быть присвоены различные классы точности для каждого диапазона или для каждой измеряемой величины. Так, электроизмерительному прибору, предназначенному для измерений напряжения и сопротивления, могут быть присвоены два класса точности: один — как вольтметру, другой — как омметру.

Присваиваются классы точности СИз при их разработке (по результатам приемочных испытаний). В связи с тем что при эксплуатации их метрологические характеристики обычно ухудшаются, допускается понижать класс точности по результатам поверки (калибровки).

Чтобы отличить относительную погрешность от приведенной, обозначение класса точности в виде относительной погрешности обводят кружком (2,5). Если погрешность нормирована в процентах от длины шкалы, то под обозначением класса ставится знак  $\sphericalangle$ .

Если погрешность нормирована формулой

$$\delta = \pm \left[ c + d \left( \frac{X_k}{x} - 1 \right) \right] \%,$$

где  $X_k$  — больший по модулю из пределов измерений (верхний предел измерения, или сумма пределов измерения для приборов с нулем посередине);  $c, d$  — положительные числа, выбираемые из стандартизованного ряда;  $x$  — показание прибора.

то класс точности обозначается как  $c/d$  (например, 0,02 / 0,01).

*Пример.* На шкале амперметра с пределами измерения 0... 10 А нанесено обозначение класса точности 2,5. Это означает, что для данного прибора нормирована приведенная погрешность.

Подставляя в формулу определения предела допускаемой приведенной основной погрешности  $X_H = 10\text{А}$  и  $p = 2,5$

$$\gamma = \frac{\Delta * 100}{X_H} = \pm p \%,$$

где  $X_H$  — нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и  $x$ ;  $p$  — отвлеченное положительное число, выбираемое из стандартизованного ряда значений ( $1 * 10^n$ ;  $1,5 * 10^n$ ; ...,  $5 * 10^n$ ; ..., где  $n = 1, 0, -1, -2$  и т.д.).

получим

$$\Delta = \frac{X_H}{100} * 2,5 = 0,25\text{А}.$$

(2,5)

Если бы обозначение класса точности было , то погрешность следовало бы вычислить в процентах от измеренного значения. Так, при  $I_{изм} = 2A$ , погрешность прибора не должна превышать  $\frac{2 * 2,5}{100} = 0,05A$ .

Итак, *класс точности* позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса. Это важно знать при выборе СИз в зависимости от заданной точности измерений.

Любые измерения направлены на получение результата, т.е. оценки истинного значения физической величины в принятых единицах, вследствие несовершенства средств и методов измерений, воздействия внешних факторов и многих других причин измерения неизбежно отягощены погрешностью. Качество измерения тем выше, чем ближе результат измерения оказывается к истинному значению.

Обеспечивая заданную точность в установленных допуском границах выбранное средство должно обладать высокой производительностью, простотой и не вызывать значительного удорожания продукции т.е. обеспечивать экономическую целесообразность его применения.

### **Метрологические характеристики средств измерений.**

Номенклатура **метрологических характеристик** и полнота, с которой они должны описывать те или иные свойства средств измерений, зависят от назначения средств измерений, условий эксплуатации, режима работы и многих других факторов.

В полном перечне метрологических характеристик можно выделить следующие их группы:

- градуировочные характеристики, определяющие соотношение между сигналами на входе и выходе средства измерений в статическом режиме. К ним относятся, например, номинальная статическая характеристика преобразования (градуировочная характеристика) прибора, номинальное значение меры, пределы измерения, цена деления шкалы, вид и параметры цифрового кода в цифровом приборе;
- показатели точности средства измерения, позволяющие оценить инструментальную составляющую погрешности результата измерения;
- динамические характеристики, отражающие инерционные свойства средств измерения и необходимые для оценивания динамических погрешностей измерений;
- функции влияния, отражающие зависимость метрологических характеристик средств измерения от воздействия влияющих величин или неинформативных параметров входного сигнала.

*Метрологические свойства* СИз — это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность. Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются метрологическими характеристиками.

Все метрологические свойства СИз можно разделить на две группы:

- 1) свойства, определяющие область применения СИЗ;
- 2) свойства, определяющие качество измерения.

К основным метрологическим характеристикам, определяющим свойства **первой группы**, относятся диапазон, принцип, метод измерений и порог чувствительности.

*Диапазон измерений* – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средств измерений.

*Принцип измерений* - физическое явление или их совокупность, положенные в основу измерений. Например, масса может быть измерена опираясь на гравитацию, а может быть измерена на основе инерционных свойств. Температура может быть измерена по тепловому излучению тела или по ее воздействию на объем какой-либо жидкости в термометре и т. д.

*Метод измерений* - совокупность принципов и средств измерений. В упомянутом выше примере с измерением температуры измерения по тепловому излучению относят к неконтактному методу термометрии, измерения термометром есть контактный метод термометрии.

*Порог чувствительности* – наименьшее изменение измеряемой величины, которое вызывает заметное изменение выходного сигнала. Например, если порог чувствительности весов равен 10 мг, то это означает, что заметное перемещение стрелки весов достигается при таком малом изменении массы, как 10 мг.

К метрологическим свойствам **второй группы** определяющих качество измерений относятся свойства: точность, правильность, сходимость, воспроизводимость и достоверность измерений.

*Точность измерений* - качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям всех видов, как систематических, так и случайных.

*Правильность измерений* - качество измерений, отражающее близость к нулю систематических погрешностей в их результатах. Результаты измерений правильны постольку, поскольку они не искажены систематическими погрешностями.

*Сходимость измерений* - качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях (одним и тем же средством измерений, одним и тем же оператором). Для методик выполнения измерений сходимость измерений является одной из важнейших характеристик.

*Воспроизводимость измерений* - качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в различное время, в разных местах, разными методами и средствами измерений). В процедурах испытаний продукции воспроизводимость является одной из важнейших характеристик.

*Достоверность измерений* - характеристика качества измерений, разделяющая все результаты на достоверные и недостоверные в зависимости оттого, известны или неизвестны вероятностные характеристики их

отклонений от истинных значений соответствующих величин. Результаты измерений, достоверность которых неизвестна, могут служить источником дезинформации.

## Тема-8 Стандартизация.

### Опорные понятия:

1. Стандарт
2. Стандартизация и качество
3. Принципы стандартизации.
4. Методы стандартизации.
5. Унификация.

Объектом стандартизации называется предмет (продукция, процесс, услуга), подлежащий или подвергшийся стандартизации.

Документ, содержащий правила, общие принципы, характеристики, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу потребителей (пользователей) называют *нормативным документом*.

**Стандарт** — это нормативный документ, разработанный, как правило, на основании согласия, характеризующийся отсутствием возражений по существенным вопросам у заинтересованных сторон и утвержденный признанным органом, где могут устанавливаться для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы, характеристики, требования или методы, касающиеся определенных объектов стандартизации, направленные на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

**Стандартизация** — деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач (по ISO/IEC GUID2:1996).

Стандартизация направлена на решение *реально существующих* или *потенциальных* задач, а качество - на удовлетворение установленных и *предполагаемых* потребностей.

В области *стандартизации* обязательными являются требования государственных стандартов по обеспечению безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества граждан, для обеспечения технической и информационной совместимости, взаимозаменяемости продукции, единства методов их контроля и маркировки, а также иные требования, установленные законодательством. В этой связи должны поверяться средства измерений, применяемые для контроля соответствия требованиям:

- к защитным устройствам, к характеристикам детских игрушек, одежды и обуви, к прочностным характеристикам элементов изделий и т.п.;
- к уровню и времени вредных воздействий (уровню шума, вибрации, радиационных и электромагнитных излучений, допустимым нормам

- давления на почву, величине предельно допустимых выбросов и концентраций вредных веществ и другим опасным и вредным свойствам);
- к материалам, используемым при изготовлении продукции (ограничений по химическому составу, ограничений на допустимый уровень содержания вредных и опасных веществ, микробиологических критериев безопасности, требований к воздухопроницаемости, гигроскопичности, электролизуемости и др.);
  - к правилам эксплуатации (применения) продукции, ее технического обслуживания и ремонта, невыполнение которых может угрожать безопасности.

На основании сказанного выше можно сделать вывод, что для всех сфер измерений, предназначенных для серийного производства, целесообразно проводить испытания с целью утверждения типа. Надо также учесть, что предприятию-изготовителю практически неизвестно, где будут использоваться выпускаемые им средства измерений.

Основными **целями** стандартизации являются:

- защита интересов потребителей и государства в вопросах безопасности продукции, процессов, работ и услуг (далее - продукция) для жизни, здоровья и имущества населения, окружающей среды, ресурсосбережения;
- обеспечение взаимозаменяемости и совместимости продукции;
- повышение качества и конкурентоспособности продукции в соответствии и уровнем развития науки и техники, а также потребностями населения и народного хозяйства;
- содействие экономии всех видов ресурсов, улучшение технико-экономических показателей производства;
- реализация социально-экономических, научно-технических программ и проектов;
- обеспечение безопасности народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обеспечение полной и достоверной информацией потребителей о номенклатуре и качестве выпускаемой продукции;
- обеспечение обороноспособности и мобилизационной готовности;
- обеспечение единства измерений.

*В области стандартизации осуществляется деятельность по:*

- разработке отраслевых систем стандартизации;
- разработке отраслевых основополагающих нормативных документов;
- комплексному обследованию предприятий и организаций с разработкой соответствующих рекомендаций в области стандартизации, нормативного обеспечения производства, испытаний технического контроля, разработка и внедрение систем управления качеством;
- экспертизе проектов и действующих нормативных документов всех уровней, включающая нормализационный контроль, проверку за

полноту согласования, проверку на соответствие обязательным требованиям, проверку на патентную чистоту, проверку на наличие сведений, не подлежащих открытой публикации, техническую экспертизу, экономическую экспертизу, технологическую экспертизу, терминологическую экспертизу, правовую экспертизу, издательское (научное и литературное) редактирование;

- оценке научно-технического уровня нормативных документов;
- экспертизе на соответствие требованиям Соглашения по техническим барьерам в торговле ВТО;
- разработке карт технического уровня и качества продукции;
- разработке систем качества по МС ИСО серии 9000;
- разработке положений о технических комитетах, базовых организациях и службах по стандартизации, управления качеством, технического контроля;
- разработке программ, учебно-тематических планов в области стандартизации и качества продукции для учебных заведений и системы повышения квалификации кадров республики;
- экспертизе положений о технических комитетах, базовых организациях и службах по стандартизации, управления качеством, по стандартизации, управления качеством, технического контроля; методических материалов, концепций, прогнозов, мероприятий в области стандартизации и качества продукции.

## **Принципы стандартизации**

**1. Принцип системности.** Технический прогресс и повышение качества выпускаемой продукции вызвали объективную необходимость системного подхода к общественному процессу производства, включающему труд людей, обеспечивающих процесс производства, средства труда (совокупность применяемого оборудования, оснастки, инструмента, средств контроля и т. д.) и предметы труда (выпускаемую продукцию на всех стадиях ее создания и использования);

Под системой понимают совокупность взаимосвязанных элементов, функционирование которых приводит к выполнению поставленной цели с максимальной эффективностью и наименьшими затратами. Количественные связи элементов системы могут быть детерминированными или случайными. Совокупность взаимосвязанных элементов, входящих в систему, образует структуру, позволяющую строить иерархическую зависимость их на различных уровнях.

**2. Принцип комплексности и оптимального ограничения.** При разработке стандартов необходимо учитывать все основные элементы (факторы), влияющие на конечный объект стандартизации. Для сокращения трудоемкости работ по стандартизации элементы, незначительно влияющие на основной объект, не учитывают. При стандартизации рассматривают систему характеристик и требований к комплексу взаимосвязанных

материальных и нематериальных элементов. При этом требования к элементам определяются исходя из требований к основному объекту стандартизации. Для создания условий получения продукции высокого качества и повышения эффективности производства необходима рациональная система стандартов, которая охватывала бы все ее жизненные циклы: проектирование, серийное производство и эксплуатацию готового изделия.

**3. Принцип прогрессивности и оптимизации стандартов.** Показатели, нормы, характеристики и требования, устанавливаемые стандартами, должны соответствовать мировому уровню науки, техники и производства. Они должны учитывать тенденцию развития стандартизуемых объектов. Необходимо устанавливать экономически оптимальные показатели качества, учитывающие не только эффективность нового (повышенного) качества продукции, но и затраты на ее изготовление, материал и эксплуатацию, т. е. должен быть получен максимальный экономический эффект при минимальных затратах. Достижению этой цели способствуют методы опережающей и комплексной стандартизации.

**4. Принцип обеспечения функциональной взаимозаменяемости стандартизуемых изделий.** Этот принцип, позволяющий обеспечить взаимозаменяемость изделий по эксплуатационным показателям, является главным при комплексной и опережающей стандартизации, а также при стандартизации изделий, технических условий на них и т. п.

**5. Принцип взаимоувязки стандартов.** При большом многообразии общетехнических и межотраслевых стандартов необходима их взаимная увязка. Метод комплексной стандартизации является наиболее убедительным примером важности и эффективности рассматриваемого принципа, относящегося ко всем видам стандартов. Важна также взаимная увязка терминов и определений в области стандартизации.

**6. Научно-исследовательский принцип разработки стандартов.** Для подготовки проектов стандартов и их успешного внедрения необходимо не только широкое обобщение практического опыта, но и проведение специальных теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ. Этот принцип относится ко всем видам стандартов.

**7. Принцип предпочтительности.** Обычно типоразмеры деталей и типовых соединений, ряды допусков, посадок и другие параметры стандартизуют одновременно для многих отраслей промышленности, поэтому такие стандарты охватывают большой диапазон значений параметров.

**8. Принцип динамичности.** Для повышения эффективности экономики необходимо периодически пересматривать требования к объектам стандартизации с целью приведения их в соответствие с требованиями технического прогресса.

**9. Принцип минимального удельного расхода материалов.** Стоимость материалов и полуфабрикатов в машиностроении составляет от 40 до 80% общей себестоимости продукции. Поэтому снижение удельного

расхода материала на единицу продукции имеет большое общеэкономическое значение.

**К главным принципам стандартизации**, вошедшим повсеместно в мировую практику, следует отнести следующие:

- *комплексность* – систематизация и оптимальная увязка всех взаимодействующих факторов, обеспечивающих требуемый технический уровень и качество продукции в процессе установления и применения нормативной документации (НД). Комплексная стандартизация в горнодобывающей промышленности – это процесс установления и применения НД, определяющей качество минерального сырья и продуктов его переработки, технологических процессов добычи и обогащения, методов контроля, правил приемки, хранения и транспортировки;

- *опережающее развитие* – это развитие стандартизации с учетом изменения во времени показателей качества объектов стандартизации и установление повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время;

- *общая классификация* – выделение у объекта основных классификационных признаков и их ранжирование по значимости.

В теории стандартизации разработано пять методов: пассивный; симплификация; унификация; типизация; агрегатирование.

*Пассивный метод* стандартизации осуществляется на основе достигнутого качества, при этом используют ту продукцию, выпуск которой освоен, и не учитывают требований потребителей.

*Симплификация* (метод ограничений) – это процесс, который заключается в простом сокращении количества марок или разновидностей продукции до некоторого технически и экономически обоснованного с точки зрения удовлетворения потребностей минимума без внесения каких-либо технических изменений.

*Унификация* представляет собой рациональное сокращение числа марок, типов и видов продукции одинакового функционального назначения для того, чтобы виды продукции были взаимозаменяемыми в потреблении. Это позволяет создать комплексы из ограниченного числа разновидностей, чтобы путем комбинирования двух или более разновидностей можно было создавать большую номенклатуру изделий.

*Типизацией* называется разработка и установление типовых конструктивных или технологических решений, которые содержат общие характеристики. Она позволяет сократить затраты времени на проектирование и разработку технологического процесса и решать задачи целой отрасли промышленности, обеспечивая единство технических требований и показателей различного оборудования, поставляемого предприятиями смежных отраслей или других государств.

*Агрегатирование* – компоновка разнообразной номенклатуры машин, агрегатов, технических средств путем применения ограниченного числа

стандартизированных, обладающих функциональной и геометрической взаимозаменяемостью.

По видам различают стандартизацию *фактическую и официальную*.

Фактическая стандартизация отражает некоторые исторически сложившиеся особенности и правила жизни общества (система письменности, счета, летоисчисление и т.д.).

Официальная стандартизация является результатом целенаправленной деятельности и всегда завершается выпуском нормативной документации, составляемой по форме, имеющей вполне определенную сферу и сроки действия.