

Лекция №5

по дисциплине : «Метрология стандартизация и сертификация»

Тема: «Средства измерений»

Учебные вопросы:

Вопрос №1 Основные понятия о средствах измерений, эталоны.

Вопрос №2 Виды средств измерений.

Метрологические характеристики средств

измерений. Калибровка , проверка средств

измерений. Качество измерений .

Вопрос №1



Основные понятия о средствах измерений, эталоны.

Основные понятия о средствах измерений.

Средство измерения – это техническое средство (или комплекс технических средств), предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики с воспроизведением или хранением одной или нескольких единиц физических величин, размеры которых принимаются неизменными в течение известного промежутка времени.

Классификация средств измерений по основным признакам:

По типу

Тип – это совокупность средств измерений, имеющих принципиальную одинаковую схему, конструкцию и изготавливаемые по одним и тем же техническим условиям.

По виду

Вид – это совокупность типов средств измерений, предназначенных для измерений какой-либо одной физической величины.

По метрологическому назначению

Рабочие средства измерения

- предназначены для измерений физических величин

Метрологические средства измерения

- предназначены для обеспечения единства измерений.

Классификация средств измерений :

<i>По конструктивному исполнению</i>	<i>По уровню автоматизации</i>	<i>По уровню стандартизации</i>	<i>По отношению к измеряемой физической величине</i>
<ul style="list-style-type: none">- меры;- измерительные приборы;- измерительные установки;- измерительные системы;- измерительные комплексы.	<ul style="list-style-type: none">- неавтоматизированные средства измерений- автоматизированные средства измерений- автоматические средства измерений	<ul style="list-style-type: none">- стандартизированные средства измерений- нестандартизированные средства измерений	<ul style="list-style-type: none">- основные,- вспомогательные

1. Меры физических величин (или просто меры) – средства измерений, воспроизводящие и хранящие физические величины одного или нескольких заданных размеров;

- однозначные (например, гиря, конденсатор, плоско-параллельная концевая мера длины);
- многозначные (линейка или штриховая мера длины, конденсатор переменной емкости);
- наборы мер (набор гирь, калибров);
- магазины мер (например, магазин электрических резисторов).

2. измерительные приборы – совокупность преобразовательных элементов, образующих измерительную цепь, и отсчетного устройства. В отличие от вещественной меры измерительный прибор не воспроизводит известное значение физической величины.

Т.е. это средство измерений, предназначенное для получения значений измерительной физической величины в установленном диапазоне; имеет устройства для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индикации на шкале (или цифроуказателях). В настоящее время он часто совмещается с компьютером, при этом отсчет производят при помощи дисплея или принтера.

- показывающие (микрометр и цифровой вольтметр);
- регистрирующие (барограф);
- интегрирующие;
- суммирующие;
- прямого действия (амперметр и стеклянный ртутный термометр);
- сравнения.

3. измерительные преобразователи - 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. К измерительным преобразователям относятся термопары, измерительные усилители, преобразователи давления. Также выделяют:
- аналоговые преобразователи (АП);
- цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП);
- аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

4. измерительные установки – состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте и предназначенных для измерений данной или нескольких физических величин.

И в установках, и в системах измерительная информация может быть представлена в форме, удобной как для непосредственного восприятия, так и для автоматической обработки, передачи и использования в автоматизированных системах управления.

- поверочные (с включенными в них образцовыми средствами измерений);
- эталонные – для испытаний каких-либо изделий (их иногда называют испытательными стендами);
- измерительные машины (вид установок) – например, координатно-измерительная машина для измерения параметров сложных изделий в двухмерном или трехмерном пространствах.

5. измерительные системы – совокупность функционально объединенных мер, измерительных преобразователей и других технических средств. В измерительных системах (в отличие от измерительных установок) эти средства измерений и устройства территориально разобщены и соединены каналами связи.

качество измерений зависит от многих факторов, однако в некоторых случаях требуется заранее знать, какое влияние на результаты измерений и их точность оказывают средства измерений. К таким случаям относятся:

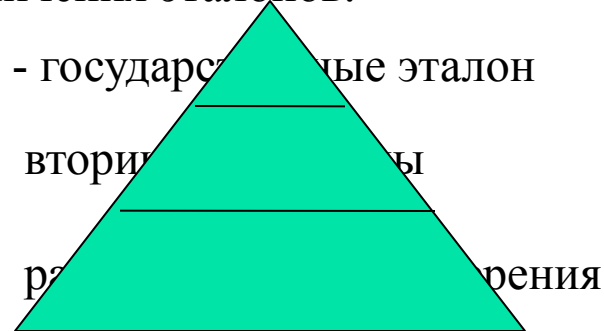
- Априорная оценка точности измерений. При ее выполнении наряду с другими факторами должна учитываться точность средств измерений;
- Выбор средств измерений, применение которых в известных условиях обеспечит требуемую точность измерений. Эта задача является обратной к предыдущей;
- Сравнение различных средств измерений по их метрологическим свойствам как на этапе проектирования, так и в процессе эксплуатации.

Основные понятия об эталонах.

Основой обеспечения единства измерений являются **эталоны**.

Эталон – средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера другим средствам измерения.

Вполне очевиден тот факт, что повышение точности эталонов способствует увеличению точности измерений. В связи с этим эталоны постоянно совершенствуются, разрабатываются новые методы воспроизведения единиц, проводятся международные сличения эталонов.



Государственная поверочная схема упрощенно рассматривается как пирамида, в вершине которой находится государственный эталон (ГЭ), а в основании – рабочие средства измерений (РСИ) той или иной измеряемой физической величины, а в промежуточной зоне (пирамиды) – вторичные эталоны и образцовые средства измерений (ОСИ).

Первичные эталоны воспроизводят единицу какой-либо величины с наивысшей точностью. Они представляют собой уникальные средства измерений, созданные в соответствии с наивысшими достижениями современной науки и техники.

Основные понятия об эталонах.

За первичным эталоном следуют **вторичные, или специальные эталоны**, воспроизводящие единицу какой-либо величины в особых условиях, и заменяют при этих условиях первичный эталон. Вторичные эталоны в свою очередь подразделяются на следующие:

1) **эталон-копия** (предназначен для передачи размеров единиц величины рабочим эталонам, он не всегда является физической копией государственного первичного эталона);

2) **эталон-свидетель** (предназначен для проверки сохранности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты);

3) **эталон-сравнения** (используется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличаемы друг с другом);

4) **рабочий эталон** (воспроизводит единицу какой-либо величины от вторичных эталонов и служит для передачи размера эталону более низкого ряда).

Основные понятия об эталонах.

Первичные и вторичные, или специальные, эталоны единицы одной физической величины по существу представляют собой эталонный набор, предназначенный для воспроизведения этой единицы во всем диапазоне значений физической величины.

За рабочим эталоном следуют:

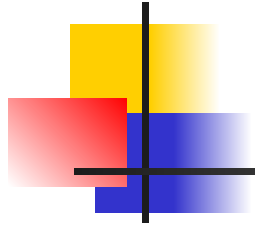
1) **образцовые средства измерения**, представляющие собой меру, измерительный прибор или измерительный преобразователь; служат для проверки по ним других средств измерений и утверждены в качестве образцовых;

2) **рабочие средства измерений** – предназначены непосредственно для измерений любых видов, не связанных с передачей размеров единиц каких-либо величин. Образцовые средства измерений используются для периодической передачи размеров единиц в процессе поверки средств измерения и эксплуатируются только в подразделениях метрологической службы. Разряд образцового средства измерения определяется в ходе измерений метрологической аттестации органом

Характеристики средств измерений

- 1) точность измерений;
- 2) погрешность измерений;
- 3) пределы измерений;
- 4) быстрота измерительной функции;
- 5) стабильность (или неизменностью) измерений во времени;
- 6) надежность в эксплуатации в определенных условиях (измерения проводятся не только на земле, но и в воде, воздухе, космическом пространстве);
- 7) емкость хранения единиц различных величин при серии последовательных измерений;
- 8) наличием измерительных принадлежностей (так называются устройства, служащие для обеспечения необходимых внешних условий при выполнении измерений; к ним относятся, например, термостат, барокамера, устройства, экранирующие влияние магнитных полей, измерительные усилители, обыкновенная увеличительная лупа).

Вопрос №2



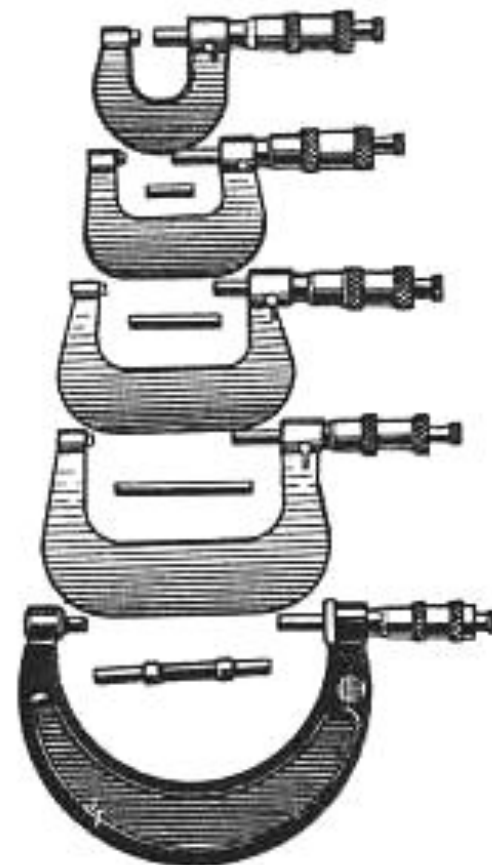
Виды средств измерения.
Метрологические характеристики
средств измерений.

Классификация видов средств измерений

МИ 2314-00 Кодификатор групп средств измерений

ТАБЛИЦЫ ГРУПП СИ ПО ВИДАМ И ОБЛАСТЯМ ИЗМЕРЕНИЙ

1. ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
2. ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
3. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА, РАСХОДА, УРОВНЯ, ОБЪЕМА ВЕЩЕСТВ
4. ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ, ВАКУУМНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
5. ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ
6. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
7. ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ
8. ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН
9. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
10. ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
11. ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
12. ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ЯДЕРНЫХ КОНСТАНТ
13. СИ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ



измерений.

Метрологические свойства средств измерения — это свойства, оказывающие непосредственное влияние на результаты проводимых этими средствами измерений и на точность (погрешность) этих измерений.

Количественно метрологические свойства характеризуются показателями метрологических свойств, которые являются их метрологическими характеристиками. Данные метрологические характеристики средств измерения можно разбить на следующие группы:

1. *Характеристики, предназначенные для определения показаний средств измерений*
 2. *Характеристики качества показаний средств измерений*
 3. *Характеристики чувствительности средства измерений к влияющим величинам*
- Динамические характеристики средств измерений*
- Характеристики взаимодействия с устройствами на выходе и на входе средств измерений.*
- Неинформативные параметры выходного сигнала*

измерений.

– *Характеристики, предназначенные для определения показаний средств измерений.* К ним относятся: функция преобразования измерительного преобразователя; значения однозначной или многозначной меры; вид выходного кода, разрядность кода средств измерения, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

– *Характеристики качества показаний средств измерений* – точности и правильности. Точность показания определяется его средним квадратическим отклонением. Правильность обеспечивается внесением поправки, устанавливаемой при метрологической аттестации средства измерений.

– *Характеристики чувствительности средства измерений к влияющим величинам.* К ним относятся функции влияния и учет изменений метрологических характеристик средств измерений, вызванных изменениями влияющих величин.

измерений.

- *Динамические характеристики средств измерений, учитывающие их инерционные свойства.*
- *Характеристики взаимодействия с устройствами на выходе и на входе средств измерений.*
- *Неинформативные параметры выходного сигнала, обеспечивающие нормальную работу устройства, подключенного к средству измерений. Например, выходным сигналом преобразователя напряжения в среднюю частоту следования импульсов является последовательность импульсов. Для определения значения измеряемого напряжения к выходу преобразователя подключается частотомер. Он будет нормально работать только в том случае, если амплитуда и форма импульсов преобразователя, хотя они не несут информацию о значении измеряемого напряжения, будут удовлетворять определенным условиям.*

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.

Метрологические характеристики являются показателем качества и технического уровня всех без исключения средств измерений.

Учет всех метрологических характеристик средств измерений – сложная и трудоемкая процедура, оправданная только при измерениях очень высокой точности, характерных только для метрологической практики. В обиходе и на производстве такая точность, как правило, не нужна. Средства измерений, используемые в повседневной практике, принято делить по точности на классы.

Классы точности.

Класс точности – это обобщенная характеристика всех средств измерений данного типа, обеспечивающая правильность их показаний и устанавливающая оценку снизу точности показаний.

У плоскопараллельных концевых мер длины, например, такими характеристиками являются:

- пределы допустимых отклонений от номинальной длины и плоскопараллельности;
- пределы допустимого изменения длины в течение года.

Обозначения классов точности наносятся на циферблаты, корпуса средств измерений, приводятся в нормативных актах. Обозначения могут быть в виде заглавных букв латинского алфавита, римских цифр.

Их значение расшифровывается в нормативно-технической документации. Если же класс точности обозначается арабскими цифрами с добавлением какого-либо условного знака, то эти цифры непосредственно устанавливают оценку снизу точности показаний средств измерений.

Единство 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.

Единство измерений имеет очень важное практическое значение для стабильного развития всего хозяйственного комплекса страны. Поэтому еще в конце 1960–гг. в СССР была разработана **Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)**, охватывающая комплекс государственных стандартов.

При этом обеспечение единства измерений было возложено на Государственную метрологическую службу, возглавляемую Госстандартом, и метрологические службы основных министерств (МПС, МО и т. д.)

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;

Главные принципы единства измерений. (Продолжение)

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.

В Законе были четко разграничены обязанности государственного метрологического контроля и государственного метрологического надзора, установлены новые правила калибровки, введено понятие добровольной сертификации средств измерений.

В статьях Закона РФ «Об обеспечении единства измерения»

прописаны следующие основные положения:

- 1) определены юридическая ответственность нарушители метрологических правил и норм, меры предупреждения нарушений (запреты, предписания и т. д., и т. п.);
- 2) утверждаются типы и способы поверки, сертификации средств измерения;
- 3) рассматриваются виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора;
- 4) устанавливаются понятие, состав и порядок работы государственной метрологической службы РФ;
- 5) проводятся измерения в соответствии с методиками Госстандарта России;
- 6) устанавливается, что государственные эталоны единиц физических величин используются в качестве исходных для воспроизведения и хранения единиц физических величин с целью передачи их размеров всем средствам измерений данных величин на территории Российской Федерации;
- 7) устанавливаются положения по компетенции Госстандарта России;
- 8) отдельной статьей Закона оговаривается, что в России применяются единицы величин, входящих в Международную систему единиц;

(Продолжение)

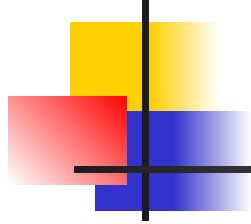
9) устанавливается, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляет Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (те. Госстандарт России);

10) в одной из статей Закона оговаривается, что если международными договорами Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве Российской Федерации об обеспечении единства измерений, то применяются правила международных договоров;

11) в статье Закона приводится основная терминология, используемая в метрологии РФ;

12) устанавливается порядок регулирования отношений, связанных с обеспечением единства измерений в Российской Федерации. В 1994–2005 гг. Правительством РФ в дополнение к упомянутому Закону были приняты подзаконные нормативные акты, уточняющие положения статей по вопросам ответственности за нарушение метрологических норм и правил, в частности, постановление «О федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии».

Вопрос №3



Калибровка , проверка средств измерений. Качество измерений.

Калибровка, поверка средств измерения.

Поверка средств измерения – совокупность действий, выполняемых для определения или оценки погрешности средства измерения.

Согласно Закону «О техническом регулировании» калибровка (или поверка) средств измерений производится метрологическими **службами** юридических лиц с использованием эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин.

После выполнения калибровки средств измерений результаты удостоверяются **калибровочным знаком**, наносимым на средства измерений, или специальным сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.

Ответственность за ненадлежащее выполнение калибровочных работ несут юридические лица, метрологическими службами которых выполнены калибровочные работы.

(Продолжение)

Контроль за калибровочной деятельностью аккредитованных метрологических служб юридических лиц возложен согласно положению выше указанного Закона РФ на следующие **организации**:

- 1) федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;
- 2) государственные научные метрологические центры;
- 3) органы государственной метрологической службы.

Проведение калибровочных работ осуществляется только на договорной основе.

Образцовые средства измерений используются для периодической передачи размеров единиц в процессе поверки средств измерения и эксплуатируются только в подразделениях метрологической службы.

Калибровка – совокупность операций для определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применения средства измерения, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Важнейшими составными частями систем воспроизведения единиц и передачи их размеров являются поверочные схемы – документы, определяющие порядок передачи размеров единиц различных величин.

Различают следующие **типы поверочных схем**, таких как:

1) **государственная** - устанавливаются и действуют для всех средств измерений определенного вида, используемых в пределах страны, требований к ее содержанию изложены в ГОСТе 8.001-80;

2) **ведомственная** - 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;

3) **локальная** - используются метрологическими службами министерств и действуют также и для средств измерений предприятий, им подчиненных. Локальная поверочная схема может распространяться на средства измерений, используемые на определенном предприятии. Локальные поверочные схемы в обязательном порядке должны отвечать требованиям соподчиненности, утвержденным государственной поверочной схемой.

СПОСОБЫ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляются выдачей свидетельства о произведенной поверке, нанесением специального поверительного клейма или иными способами, установленными нормативно-техническими документами на методики поверки.

Различают **четыре способа поверки:**

1. *Непосредственное сличение* (например, сличение показаний двух стрелочных приборов);
2. *Сличение при помощи компаратора* (специального измерительного прибора) или других средств сравнения (термостата, эталона сравнения, стандартного образца свойств вещества и др.);
3. *Прямые измерения;*
4. *Косвенные измерения.*

Оформляются поверочные схемы в виде чертежа с пояснениями. Ведомственные и локальные (местные) поверочные схемы оформляют аналогично.