

# Лекция №5

## по дисциплине : «Метрология стандартизация и сертификация»

---

Тема: «Средства измерений»

Учебные вопросы:

Вопрос №1 Основные понятия о средствах измерений, эталоны.

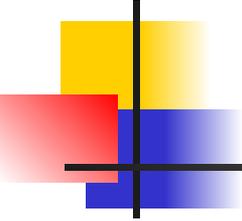
Вопрос №2 Виды средств измерений.

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 :***

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

***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:

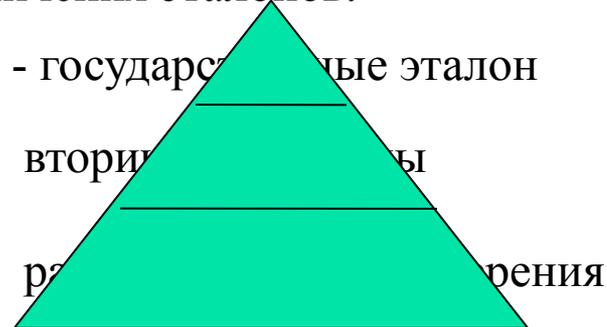
- Априорная оценка точности измерений. При ее выполнении наряду с другими факторами должна учитываться точность средств измерений;
- Выбор средств измерений, применение которых в известных условиях обеспечит требуемую точность измерений. Эта задача является обратной к предыдущей;
- Сравнение различных 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:

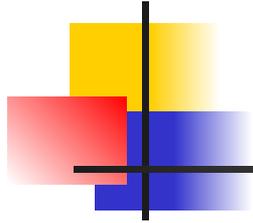
1) **образцовые средства измерения**, представляющие собой меру, измерительный прибор или измерительный преобразователь; служат для проверки по ним других средств измерений и утверждены в качестве образцовых;

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



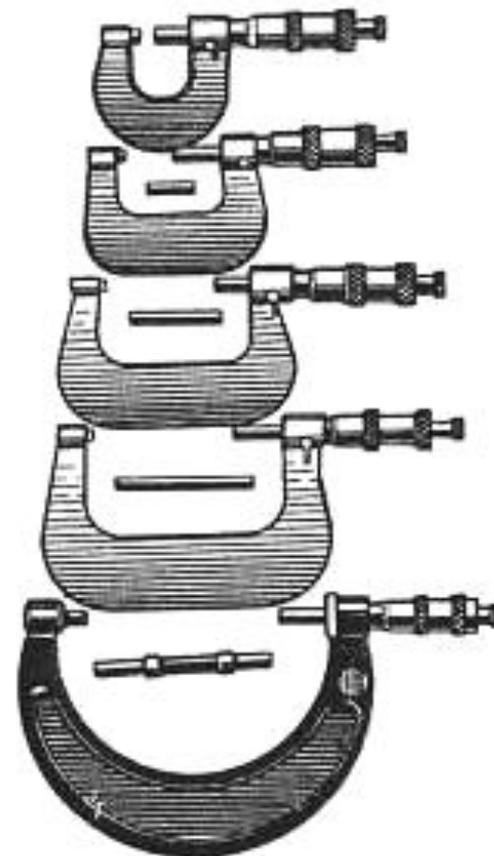
Виды средств измерения.  
Метрологические характеристики  
средств измерений.

# 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)

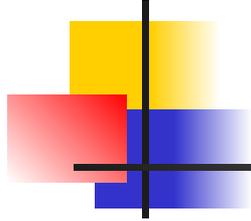
9) устанавливается, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляет Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (те. Госстандарт России);

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.