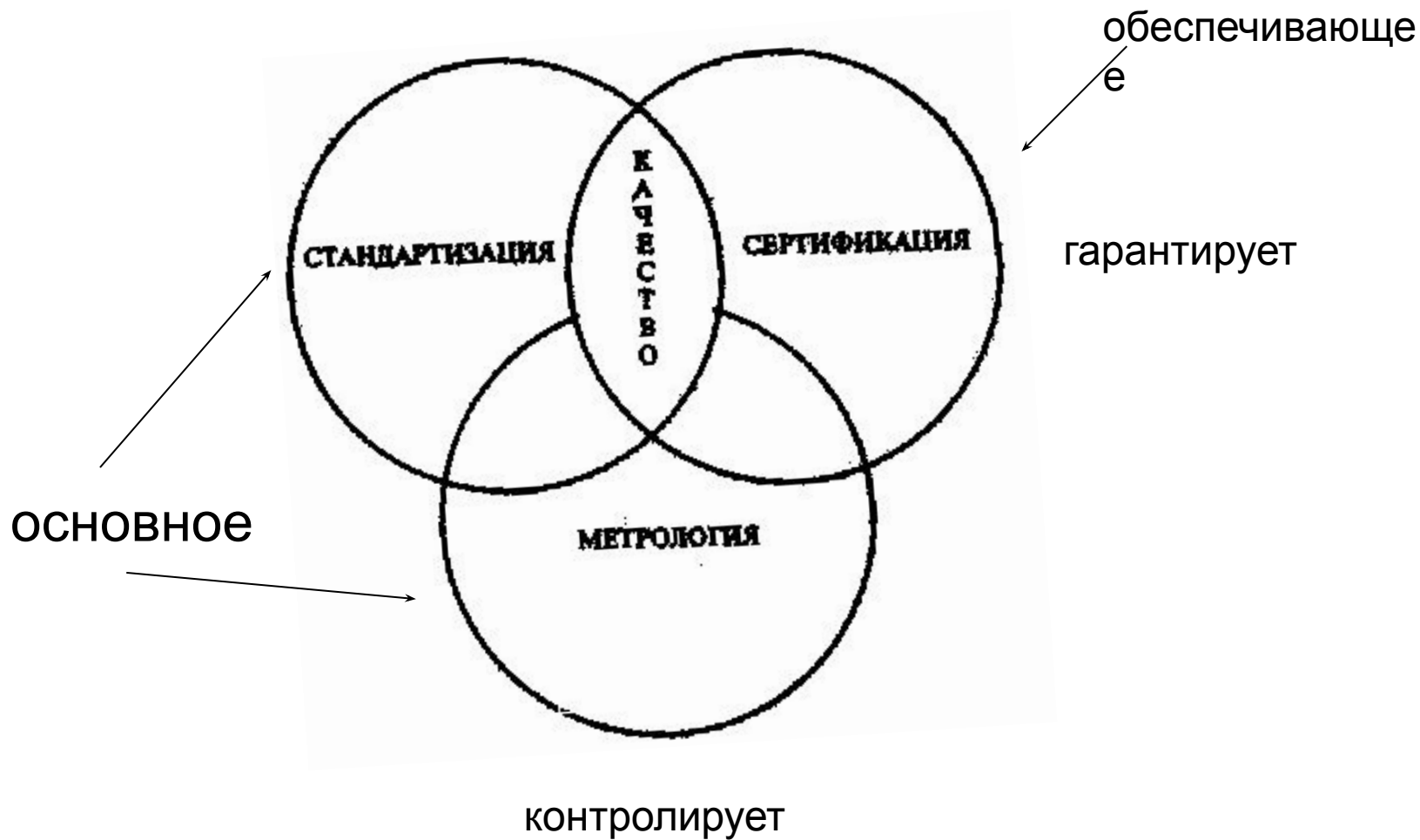


# МЕТРОЛОГИЯ



# Триада методов и видов деятельности по обеспечению качества и безопасности



**«Science starts with the measurement.  
Exact science is inconceivable without measures.»**

**Dmitri Mendeleev**

«Наука начинается с тех пор, как начинают  
измерять;  
точная наука немислима без меры.»

Дмитрий Менделеев

**Метрология** (от др. греч. *μετρον* – мера и *λογος* – слово, учение или наука) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.



Три составляющие данной науки:

- *измерение;*
- *обеспечение единства измерений;*
- *точность измерений*

Объектами измерений являются **физические величины**.

# РАЗДЕЛЫ МЕТРОЛОГИИ

## ***Теоретическая метрология***

раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

## ***Практическая метрология***

раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии

## ***Законодательная метрология***

раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований.

\*Основопологающим документом законодательной базы метрологии в Российской Федерации является ***Федеральный Закон "Об обеспечении единства измерений"***

# ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

**Физическая величина** – одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

*Основная физическая  
величина*

физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

\*К примеру, основные единицы Международной системы единиц СИ: длина (единица - метр), масса (килограмм), время (секунда) и т.д.

*Производная  
физическая  
величина*

физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

\* Примером производных физических величин в системе СИ могут служить: работа (единица – Джоуль), сила (Ньютон), напряжение (Вольт) и др.

## Виды и методы измерений. Погрешность результата измерений

В соответствии с ФЗ «Об обеспечении единства измерений», **измерением** называют совокупность операций по применению технического средства для определения количественного значения измеряемой величины.



# КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

***По числу наблюдений***

- однократные
- многократные

***По характеру точности***

- равноточные
- неравноточные

***По выражению результата измерений***

- абсолютные
- относительные

***По способу получения результата измерений***

- прямое
- косвенное

***По характеру изменения измеряемой величины***

- статическое
- динамическое

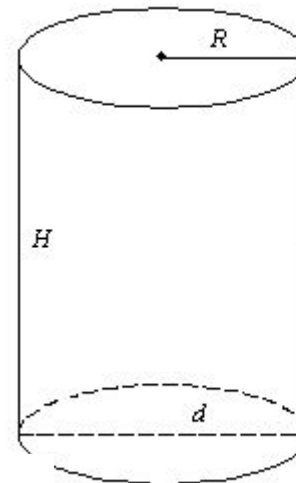
***По метрологическому назначению***

- технические
- метрологические



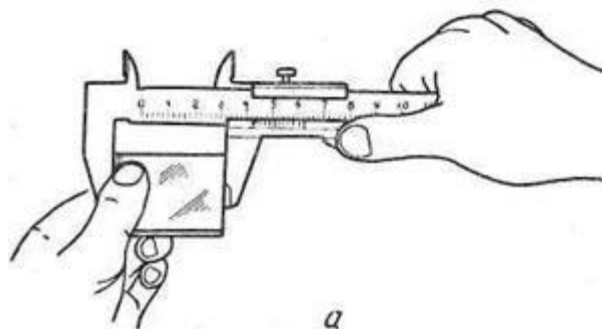
Определить объём цилиндра, используя соотношение:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$$



R – радиус  
H – высота  
d – диаметр

Рисунок 1



a

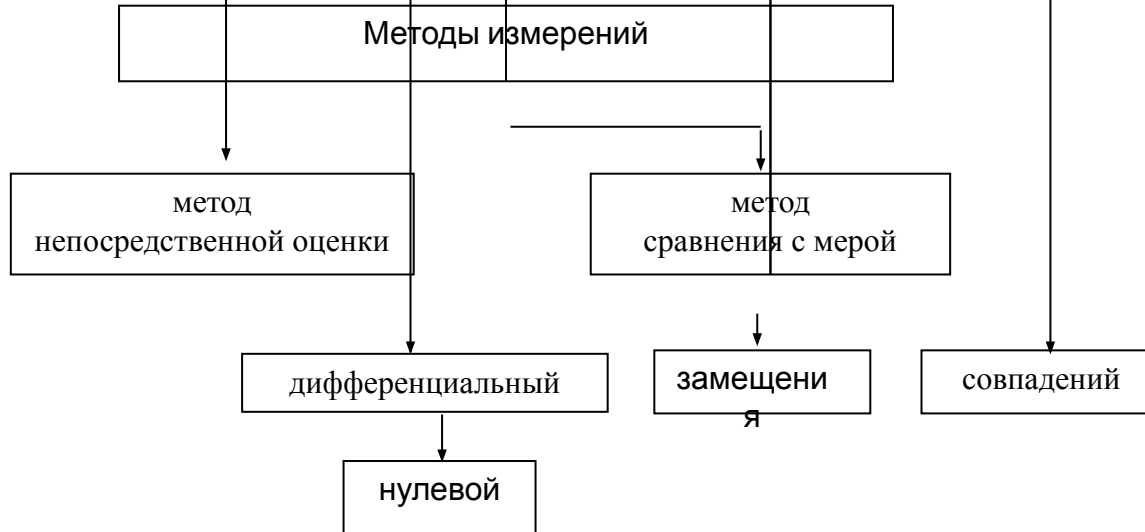


Нониус  
b

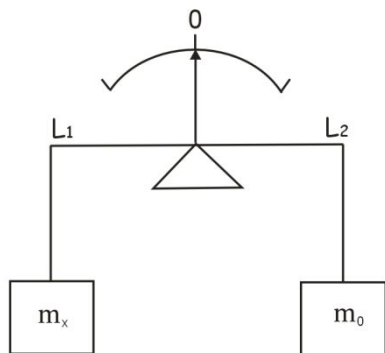
42,8 мм

# МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

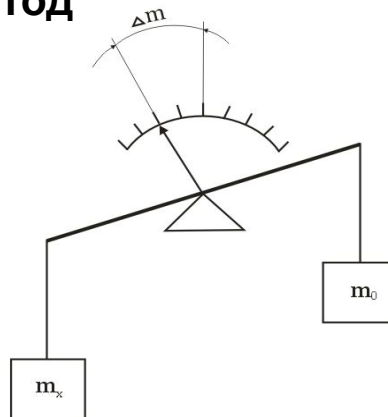
**Метод измерений** – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



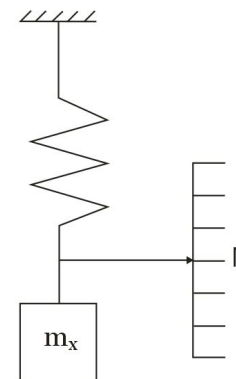
# Нулевой метод



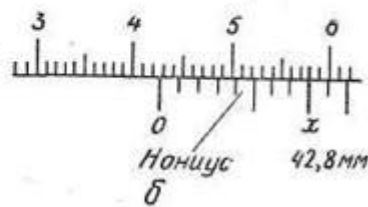
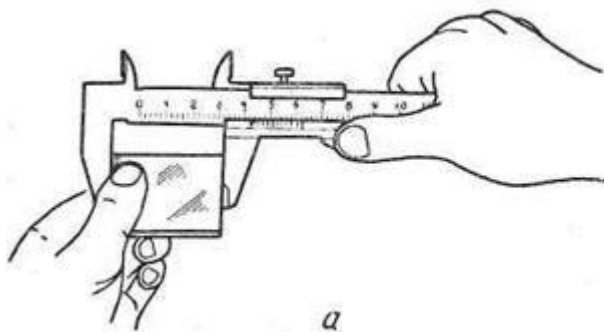
# Дифференциальный метод



# Метод замещения



# Метод совпадения



- Достоинствами **метода непосредственной оценки** являются быстрота получения результата измерений и возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины, а к недостаткам – то, что точностные возможности ограничены погрешностями градуировки СИ.
- Достоинством группы **методов сравнения с мерой** является высокая точность измерений, а недостатком – сложность.



# ПОГРЕШНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЙ

***Результат измерений физической величины*** – значение величины, полученное путем ее измерения.

***Погрешность результата измерения*** – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины

*Погрешности измерений классифицированы по ряду признаков:*

- по способу выражения – абсолютные, относительные;
- по характеру проявления – систематические, случайные, грубые промахи;
- по отношению к условиям применения – основные, дополнительные;
- по источникам возникновения – инструментальные, методические и субъективные.

**Абсолютная погрешность измерений** – это погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

$$\Delta = X_{изм} - X_{д}$$

**Относительной погрешностью измерений** называют погрешность измерения, выраженную отношением абсолютной погрешности к действительному или измеренному значению измеряемой величины.

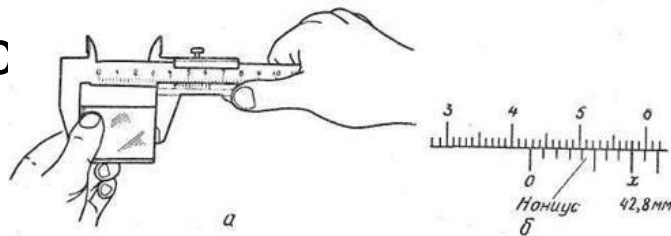
$$\delta = \frac{\Delta}{X_{д}} \quad \text{или} \quad \delta = \frac{\Delta}{X_{изм}}$$
$$(\delta = \frac{\Delta}{X_{д}} \cdot 100 \%) \quad (\delta = \frac{\Delta}{X_{изм}} \cdot 100 \%)$$

**Приведенная погрешность:**  $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100 \%$

$X_N$  – нормированное значение величины (т.е. равным большему из пределов средства измерений), выраженное в тех же единицах, что и  $\Delta$ .

*Погрешности измерений классифицированы по ряду признаков:*

- по способу выражения – абсолютные, относительные;
- по характеру проявления – систематические, случайные, грубые промахи;
- по отношению к условиям применения – основные, дополнительные;
- по источникам возникновения – инструментальные, методические



Нормальные условия установлены в ГОСТ 8.395–80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования».

Для многих типов средств измерений нормальными условиями являются следующие:

- температура –  $(20 \pm 5)$  °С или  $(293 \pm 5)$  К;
- влажность –  $(65 \pm 15)$  %;
- давление –  $(100 \pm 4)$  кПа или  $(750 \pm 30)$  мм рт. ст.



# Средства измерений, их классификация и свойства

***Средство измерений*** – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.



# Классификация средств измерений по техническому назначению

## **Мера физической величины**

- однозначная мера
- многозначная мера
- набор мер
- магазин мер

## **Измерительны й прибор**

- аналоговый
- цифровой
- регистрирующий
- показывающий

**Измерительн  
ая установка**

**Измерительн  
ая система**

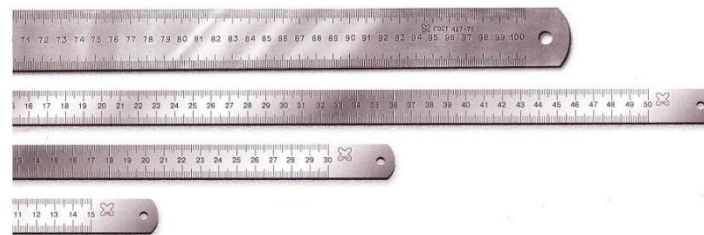
**Измерительны  
й преобразовате  
ль**

# Примеры средств измерений (measuring instruments)

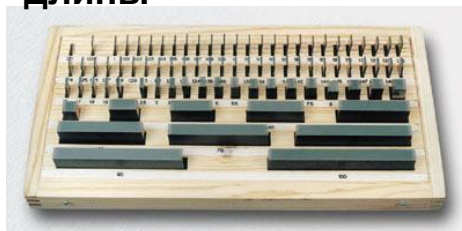
Однозначная мера



Многозначная мера



Набор концевых мер  
длины



Магазин сопротивления



# Примеры средств измерений

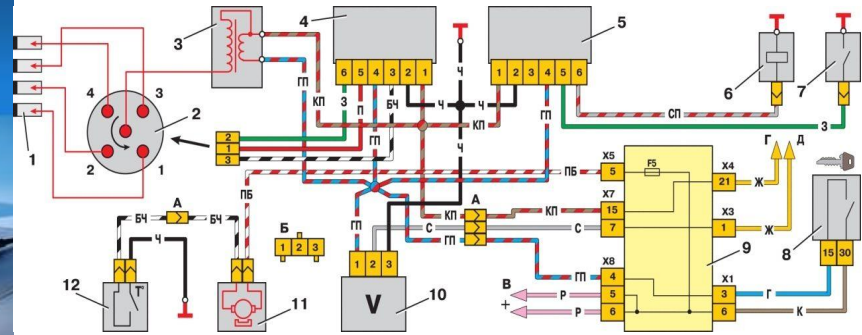
Многофункциональный измерительный



Измерительная установка



Измерительная система



# Классификация средств измерений по метрологическому назначению

```
graph TD; A[Классификация средств измерений по метрологическому назначению] --> B[Эталон]; A --> C[Рабочий эталон]; A --> D[Рабочее средство измерений];
```

**Эталон**

**Рабочий  
эталон**

**Рабочее средство  
измерений**

# МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## ***Метрологическая характеристика средства измерений (МХ)***

– характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.


- *нормируемые метрологические характеристики (НМХ);*
- *действительные метрологические характеристики.*

К метрологическим характеристикам средств измерений относят:

- *диапазон измерений;*
- *порог чувствительности;*
- *погрешность;*
- *класс точности.*

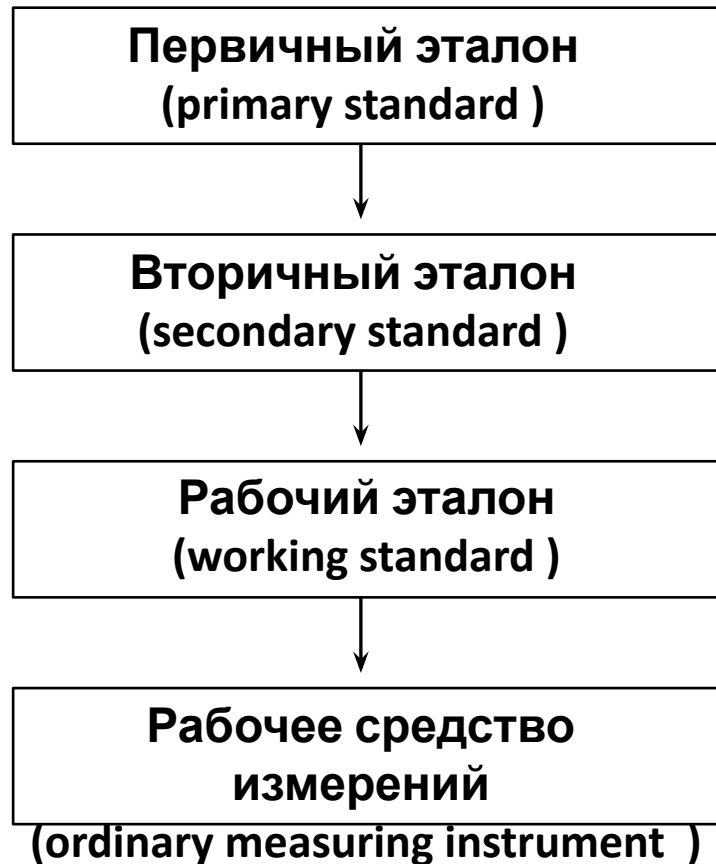
# КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

**Класс точности средств измерений** (класс точности):  
 Обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Форма выражения погрешности	Обозначение класса точности на средстве измерений	Пределы допускаемой основной погрешности, %
Приведенная	1,5	$\gamma = \pm 1,5$
		$\gamma = \pm 0,5$
Относительная		$\delta = \pm 0,5$
	0,02/0,01	$\delta = \pm [0,02 + 0,01 \left( \left  \frac{X_K}{x} \right  - 1 \right)]$
Абсолютная	М	
	С	$\Delta = \pm \alpha$

# ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

**Эталон** - это средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и/или хранения единицы физической величины и передачи её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утверждённое в качестве эталона в установленном порядке





## Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)

**Единством измерений** называется состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

**Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)** – комплекс нормативных документов межрегионального и межотраслевого уровней, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в стране (при требуемой точности), утверждаемых Федеральным органом по техническому регулированию и метрологии – Росстандартом.



# Метрологические службы

**Государственная метрологическая служба России (ГМС)** представляет собой совокупность государственных метрологических органов и создается для управления деятельностью по обеспечению единства измерений.

**Метрологические службы** осуществляют стандартизацию единиц физических величин, их воспроизведение с помощью государственных эталонов, передачу размеров единиц всем применяемым в стране средствам измерений, государственные испытания новых образцов средств измерений, надзор за уже находящимися в эксплуатации средствами измерений путём их периодической поверки и проведения ревизий, организацию государственной системы стандартных справочных данных (сбор и публикацию официальных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов), проведение метрологической экспертизы стандартов, нормативно-технической и проектной документации, надзор за соблюдением стандартов и качеством выпускаемой продукции и др. метрологические мероприятия, а также участие в работах Международных метрологических организаций.



# Формы государственного регулирования ОЕИ

Государственное регулирование в области ОЕИ осуществляется в следующих формах:

- 1) утверждение типа средств измерений;
- 2) поверка средств измерений;
- 3) метрологическая экспертиза;
- 4) федеральный государственный метрологический надзор;
- 5) аттестация методик (методов) измерений;
- 6) аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области ОЕИ.

**Утверждение типа средств измерений** – документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия типа средств измерений метрологическим и техническим требованиям (характеристикам) на основании результатов испытаний средств измерений в целях утверждения типа.

Последовательность этапов процедуры «утверждение типа»:

1. подача заявки на утверждение типа
2. испытание средства измерений
3. принятие решения об утверждении типа
4. внесение сведений об утвержденном типе в Госреестр СИ

Государственный  
Комитет Российской Федерации  
по стандартизации и метрологии  
(ГОССТАНДАРТ РОССИИ)

**СЕРТИФИКАТ**  
об утверждении типа средств измерений  
PATTERN APPROVAL CERTIFICATE  
OF MEASURING INSTRUMENTS  
RU.C.31.001.A № 11736

Действителен до  
" 01 " марта 2007 г.

Настоящий сертификат удостоверяет, что на основании положительных результатов испытаний утвержден тип аппаратов рентгеновских для спектрального анализа СПЕКТРОСКАН МАКС

ООО «НПО СПЕКТРОН», г. Санкт-Петербург  
наименование предприятия-изготовителя

который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 22525-02 и допущен к применению в Российской Федерации.

Описание типа средства измерений приведено в приложении к настоящему сертификату.

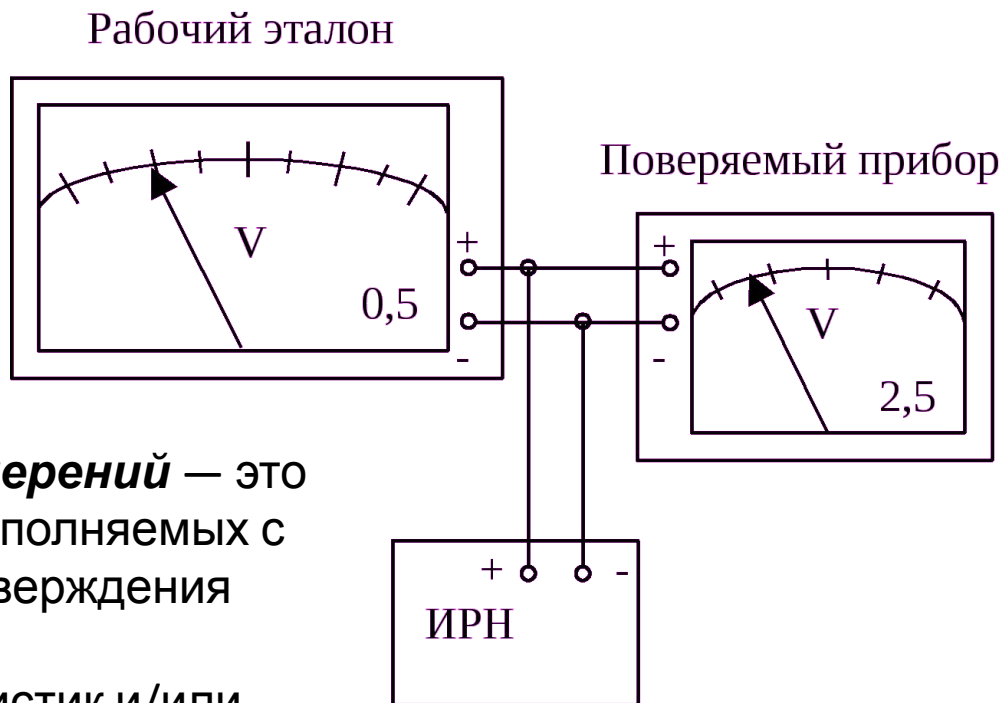
Заместитель Председателя  
Госстандарта России

В.Н. Крутиков  
"04" ..... 02 ..... 2007 г.  
Продлен до  
"....." ..... 200 г.  
"....." ..... 200 г.

**Поверка средств измерений** – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

- *первичная поверка;*
- *периодическая поверка;*
- *внеочередная поверка;*
- *инспекционную поверка.*

**Калибровка средств измерений** — это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.



## СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПОВЕРКЕ

Виды деятельности, относящимся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений:

1. Осуществление деятельности в области здравоохранения
2. Осуществление деятельности в области охраны окружающей среды
3. Выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда
4. Осуществление торговли и товарообменных операций, выполнение работ по расфасовке товаров
5. Оказание услуг почтовой связи
6. Проведение банковских, налоговых и таможенных операций
7. Проведение официальных спортивных соревнований, обеспечение подготовки спортсменов высокого класса



**Метрологическая экспертиза (МЭ)** – анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе.

**Федеральный государственный метрологический надзор** – контрольная деятельность в сфере государственного регулирования ОЕИ, осуществляемая уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и заключающаяся в систематической проверке соблюдения установленных законодательством Российской Федерации обязательных требований.

**Аттестация методик (методов) измерений** - исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

**Аккредитация** юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области ОЕИ – процесс, в результате которого официально признается компетентность лица выполнять работы и (или) оказывать услуги по ОЕИ.