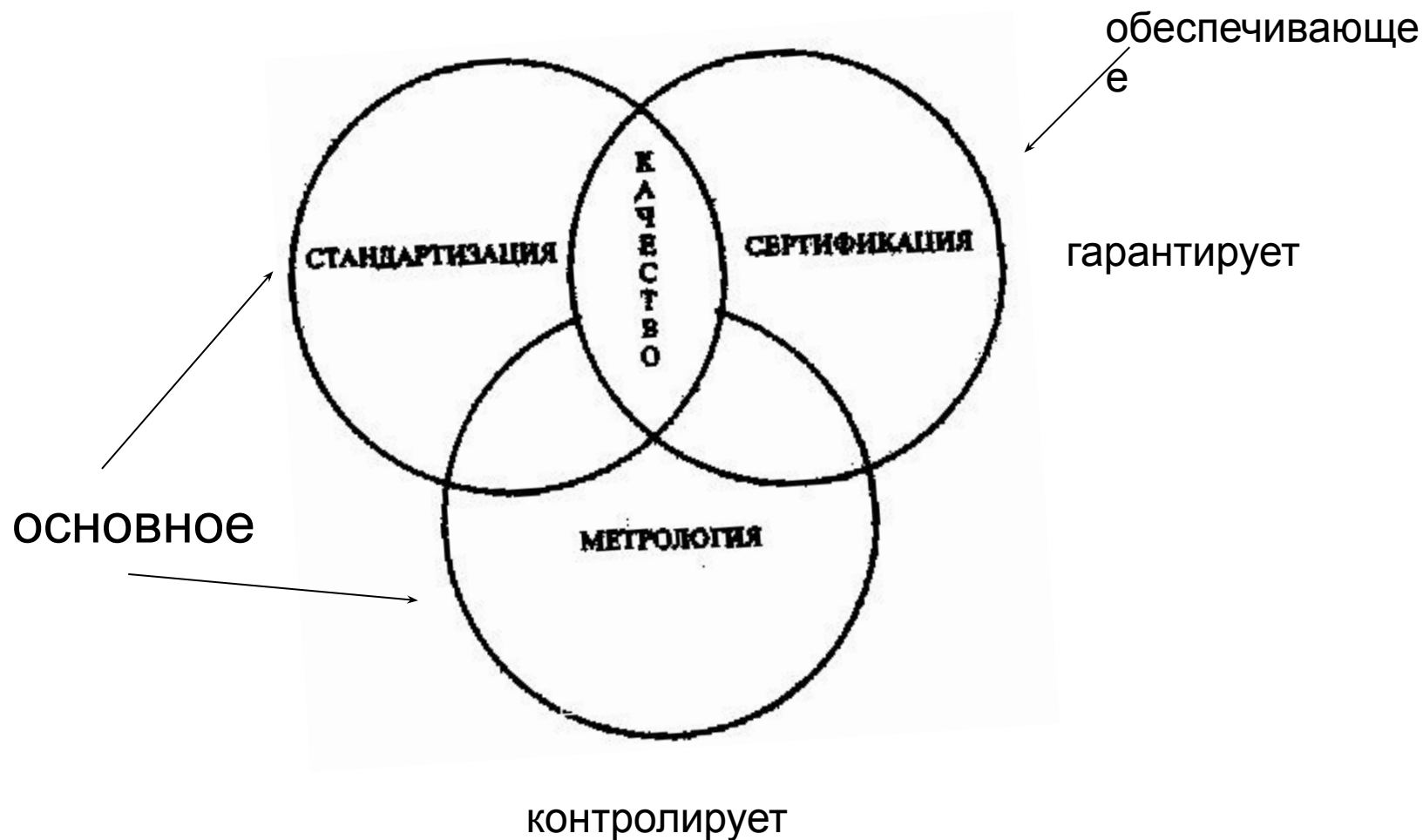


МЕТРОЛОГИЯ



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 немыслима 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

```
graph TD; A[РАЗДЕЛЫ МЕТРОЛОГИИ] --> B[Теоретическая метрология]; A --> C[Практическая метрология]; A --> D[Законодательная метрология]; B --> E[раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.]; C --> F[раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии]; D --> G[раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований.];
```

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

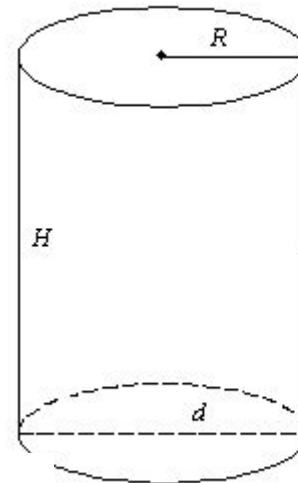
- статическое
- динамическое

По метрологическому назначению

- технические
- метрологические

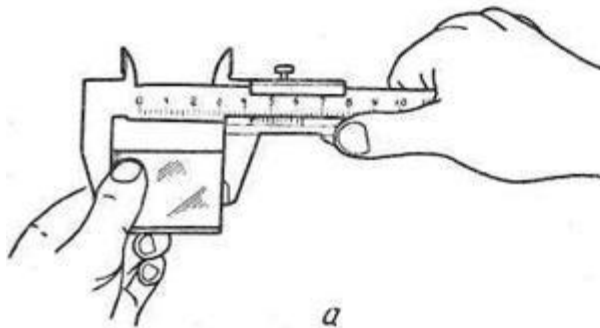
Определить объём цилиндра, используя соотношение:

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



R – радиус
H – высота
d – диаметр

Рисунок 1



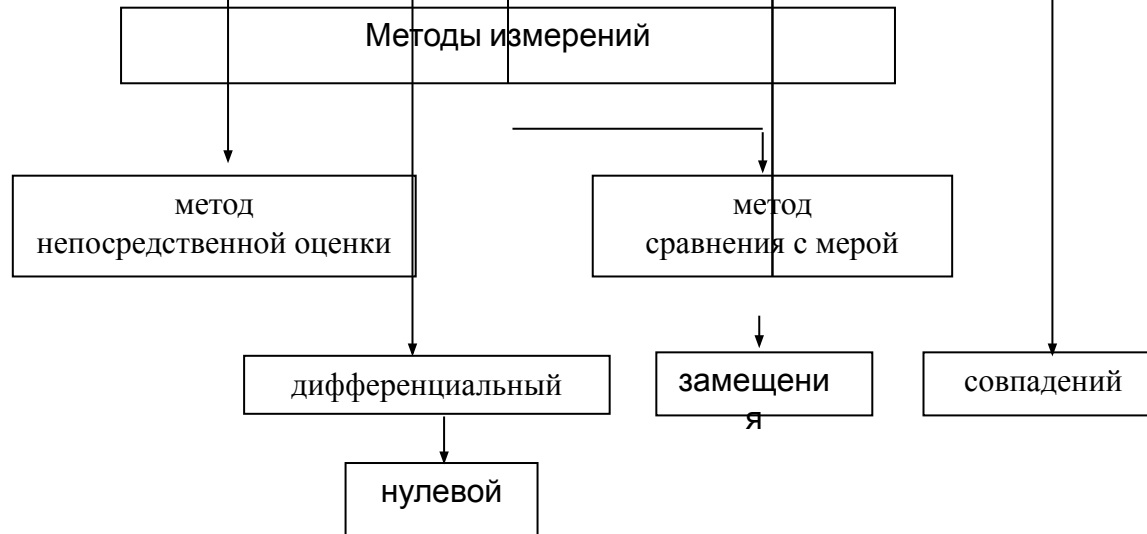
a



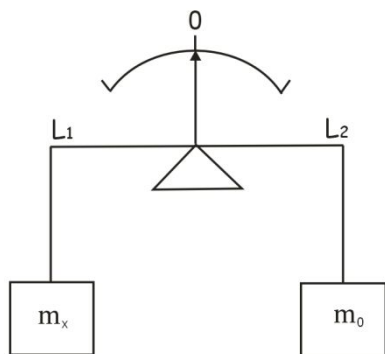
б

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

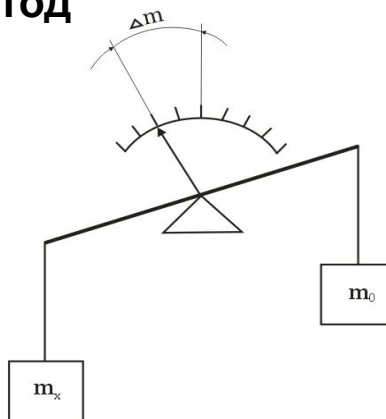
Метод измерений – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



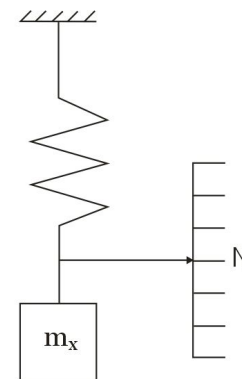
Нулевой метод



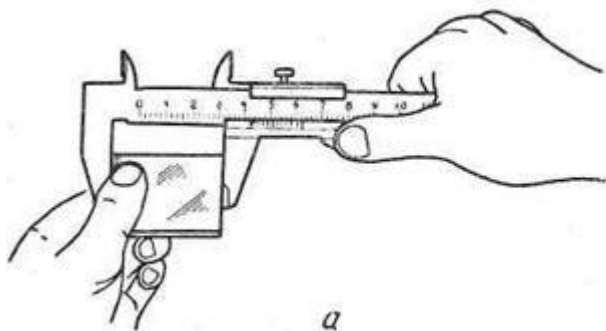
Дифференциальный метод



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.

$$\Delta = X_{изм} - X_{\partial}$$

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

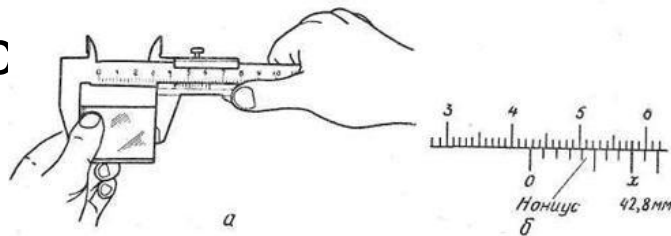
$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\partial}} \quad \text{или} \quad \delta = \frac{\Delta}{X_{изм}}$$
$$(\delta = \frac{\Delta}{X_{\partial}} \cdot 100 \%) \quad (\delta = \frac{\Delta}{X_{изм}} \cdot 100 \%)$$

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 Δ .

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 – $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ или $(293 \pm 5) \text{ K}$;
- влажность – $(65 \pm 15) \%$;
- давление – $(100 \pm 4) \text{ кПа}$ или $(750 \pm 30) \text{ мм рт. ст.}$

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

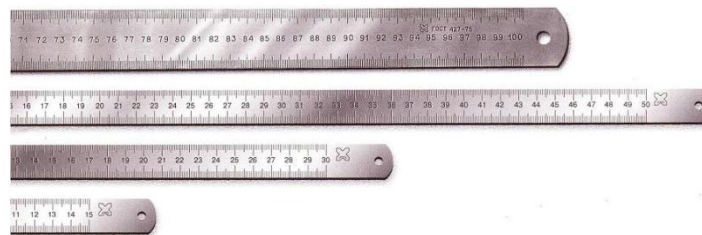
Измерительны й преобразовате ль

Примеры средств измерений *(measuring instruments)*

Однозначная мера



Многозначная мера



**Набор концевых мер
длины**



Магазин сопротивления



Примеры средств измерений

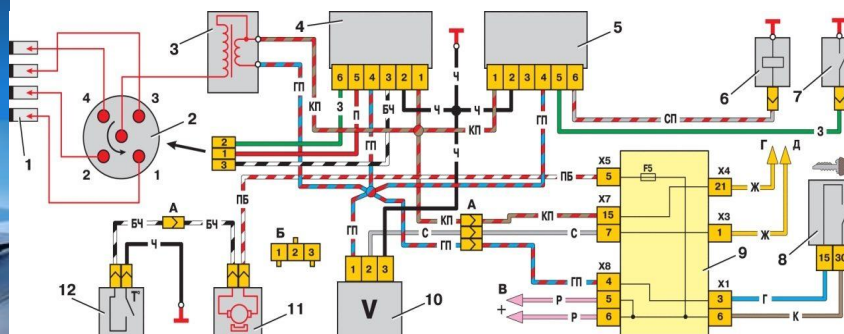
Многофункциональный
измерительный



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.

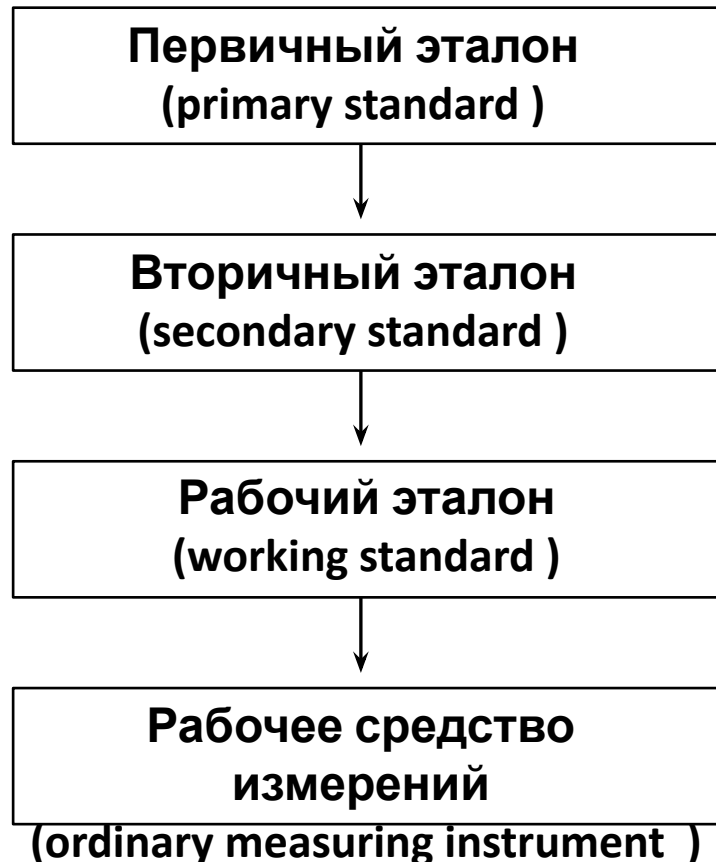
КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

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	$\Delta = \pm \alpha$
	С	

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.

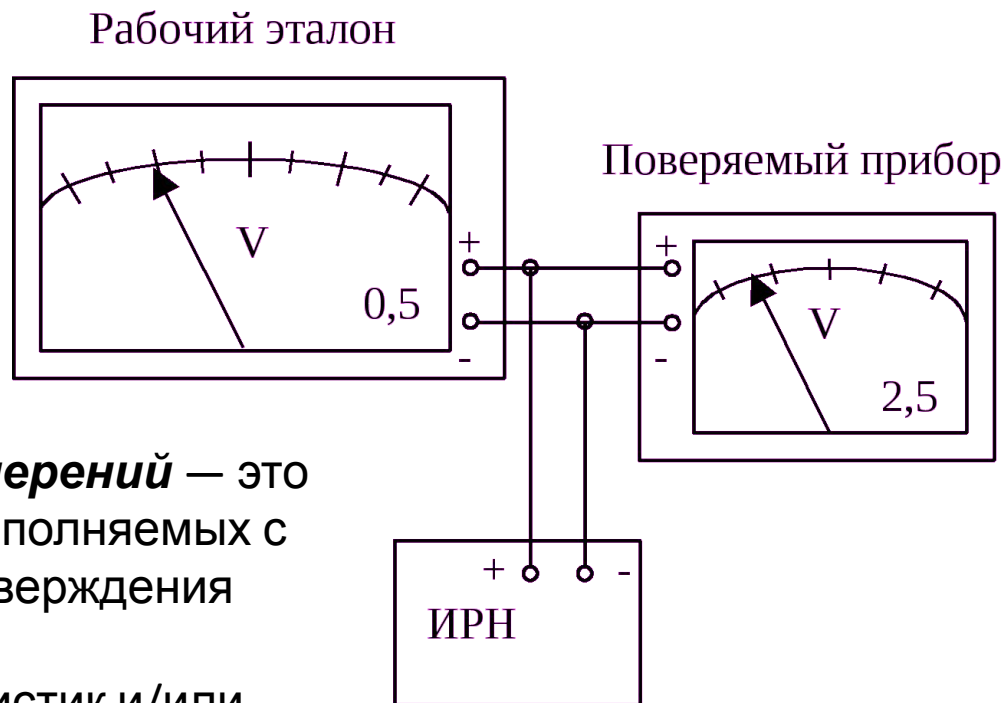
Заместитель Председателя
Госстандарта России

" " " 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.