

# Технические измерения

Преподаватель ВО УПЦ  
Смирнов В.А.

**Метрология** – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

- развитие общей теории измерений;
- установление единиц физических величин;
- разработка стандартных методов и средств измерений;

- обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений;
- создание эталонов и образцовых средств измерений;
- разработка методов передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам измерения.

**Измерение** – это процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

**Заключается в сравнении данной величины со значением однородной ей физической величины, принятой за единицу измерения.**

**В результате измерения находят  
действительное значение физической  
величины.**

**– состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.**



**Результаты измерений одинаковых величин, полученные на различных предприятиях в разное время и с помощью различных методов и средств измерений, должны быть сопоставимы на уровне требуемой точности.**

**– качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.**

# Международная система единиц

(СИ)

# ГОСТ 8.417-2002

**Государственная система  
обеспечения единства измерений.**

**Единицы величин.**





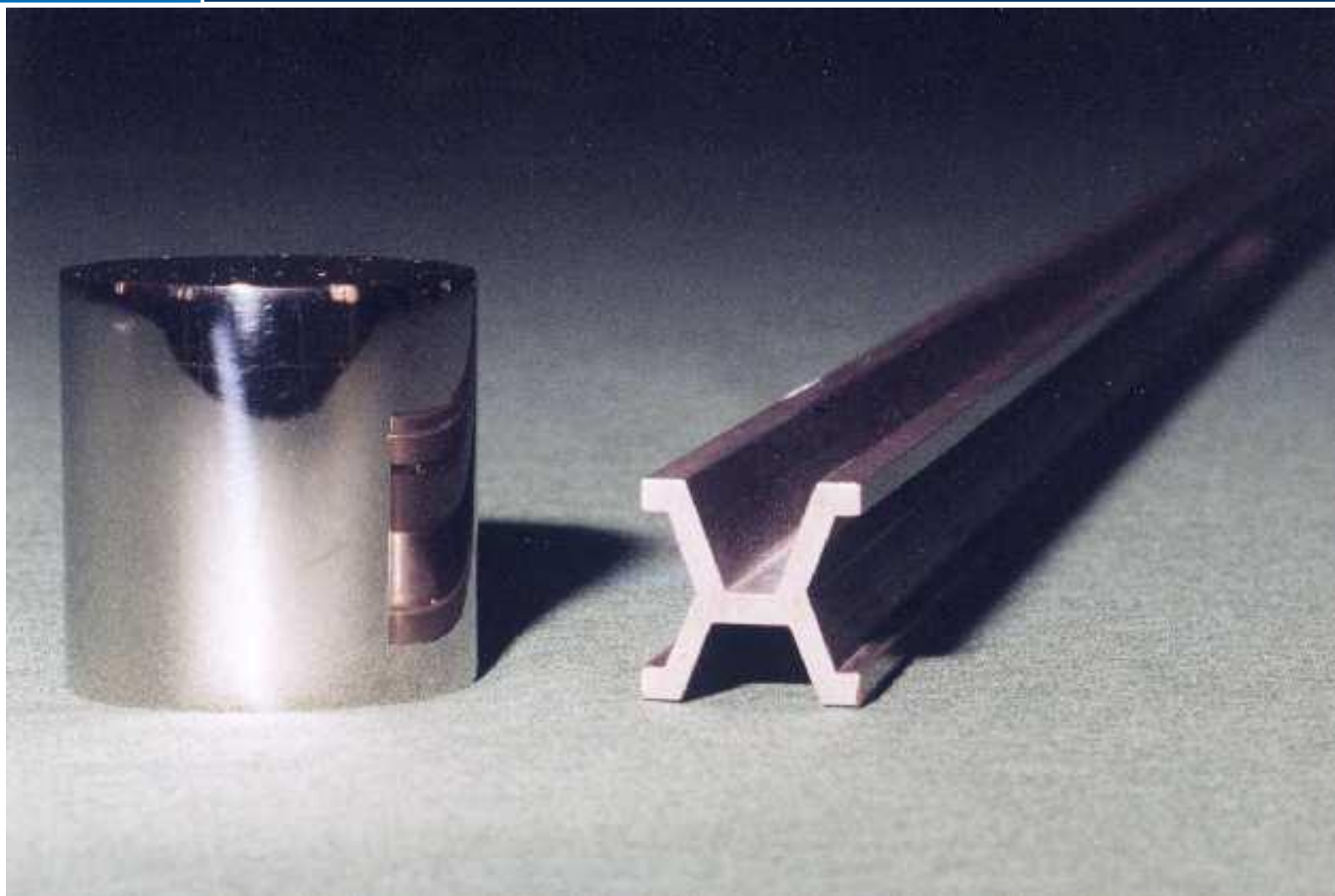


## Эталоны массы и длины в России

В соответствии с международной Метрологической конвенцией, подписанной в 1875 г., Россия получила платиноиридиевые эталоны единицы массы № 12 и 26 и эталоны единицы длины № 11 и 28, которые были доставлены в новое здание Депо образцовых мер и весов.

В 1892 г. управляющим Депо был назначен Д.И. Менделеев, которую он в 1893 г. преобразует в Главную палату мер и весов - одно из первых в мире научно-исследовательских учреждений метрологического профиля.









**метр (м) - измерение длины;**

**килограмм (кг) - измерение массы;**

**секунда (с) - измерение времени;**

**ампер (А) – силы электрического тока;**

**кельвин (К) - термодинамической температуры;**

**кандела (кд) - силы света;**

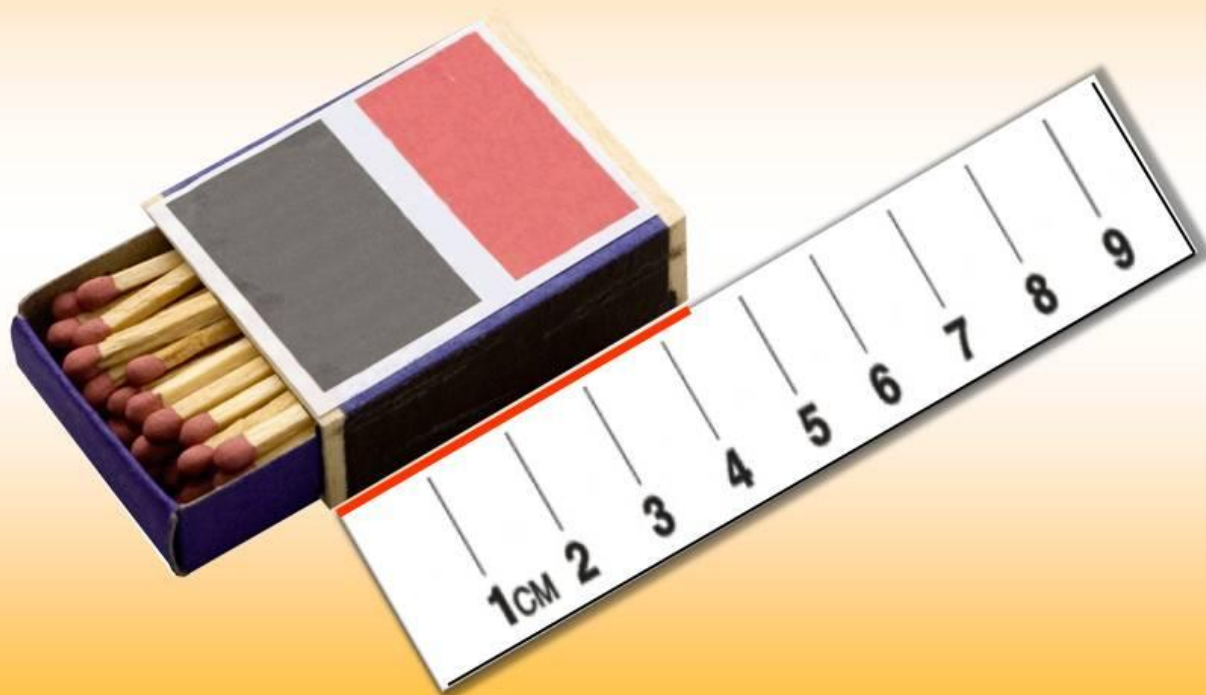
**моль (моль) – количества вещества.**

# Виды и методы измерения

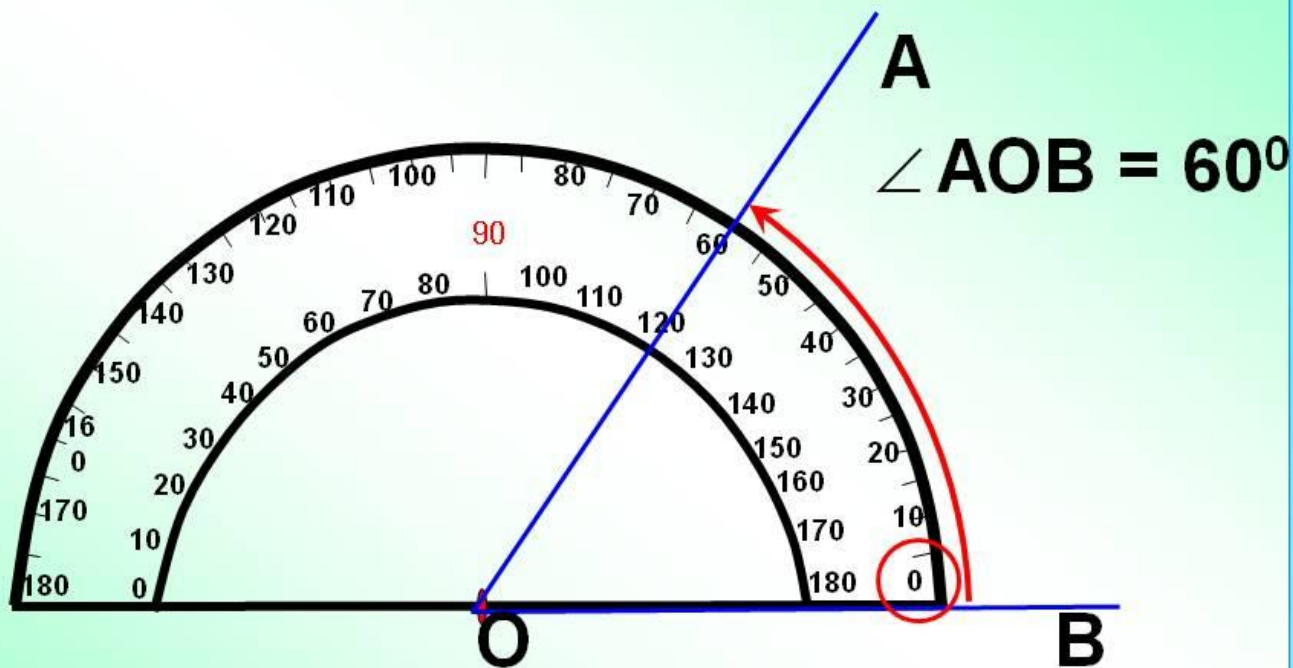
- прямые;
- косвенные;
- совокупные;
- совместные.

**Прямое** - измерение, при котором  
искомое значение величины находят  
непосредственно из опытных  
данных.

*Измерение длины при помощи линейки-  
прямое измерение.*



## Острый угол



Транспортир применяют для измерения углов.



**Косвенное** - измерение, при котором  
искомое значение величины  
находят на основании известной  
зависимости между этой величиной  
и величинами, подвергаемыми  
прямым измерениям.



## мензурка



**Совокупными** – одновременные измерения нескольких одноименных величин, в результате искомые значения величин находят решением системы уравнений, полученных при прямых измерениях различных сочетаний этих величин.

**Совместными** - одновременные измерения двух или нескольких одноименных величин для нахождения зависимости между ними. (определение зависимости длины тела от температуры )

**– совокупность приемов использования принципов и средств измерений, где принцип измерений в свою очередь – совокупность физических явлений, на которых основаны измерения.**

По способу определения значения измеряемой величины по отсчетному устройству прибора различают :

- метод непосредственной оценки;
- метод сравнения с мерой.

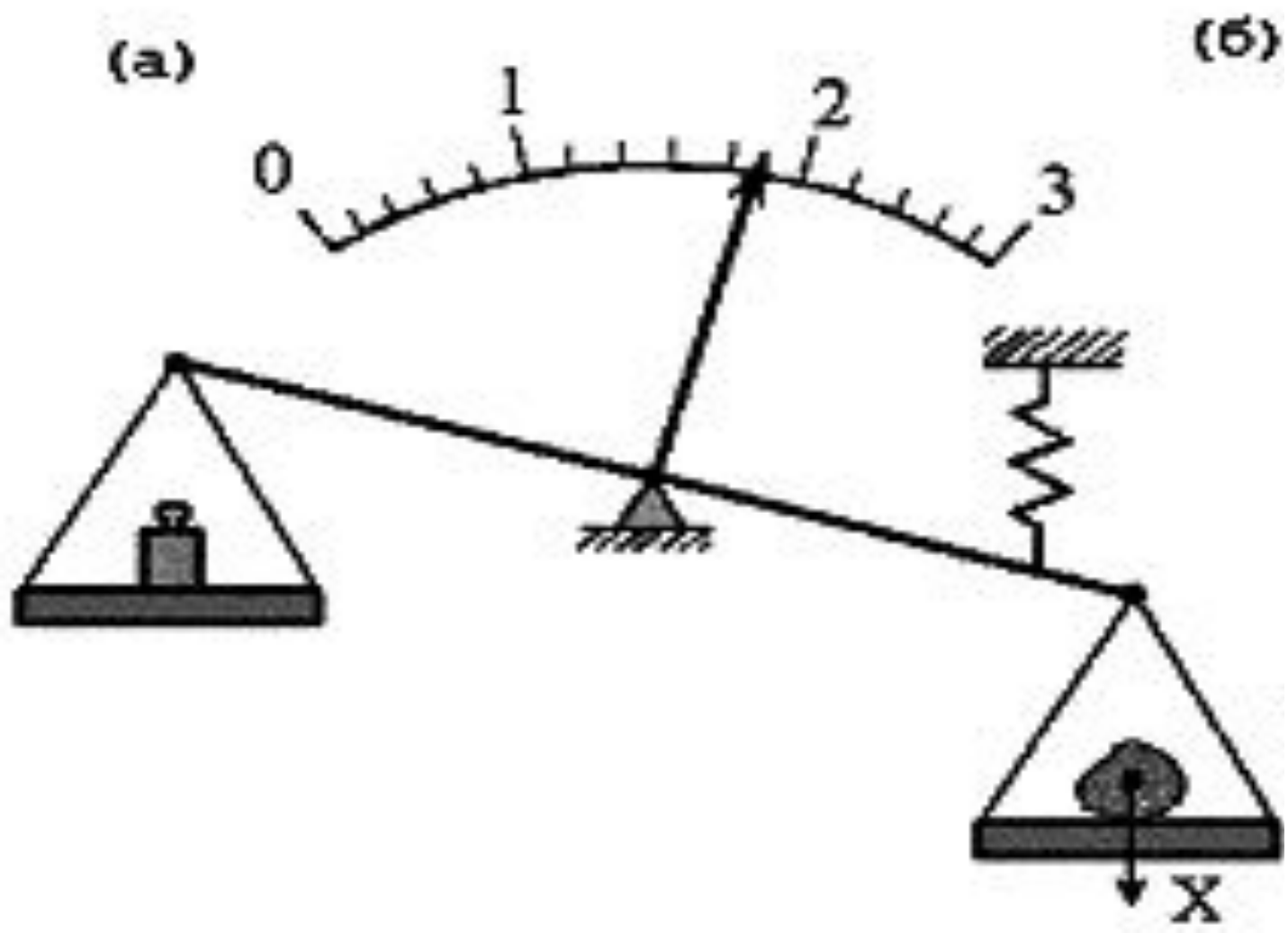
**Метод непосредственной оценки -**  
показание отсчетного устройства  
прибора непосредственно  
определяет значение всей  
измеряемой величины.



**Метод сравнения с мерой -**  
**измеряемую величину сравнивают**  
**с величиной, воспроизводимой**  
**мерой.**

- метод противопоставления;
- дифференциальный метод;
- нулевой метод;
- метод замещения;
- метод совпадения.

**Противопоставления** - измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами.



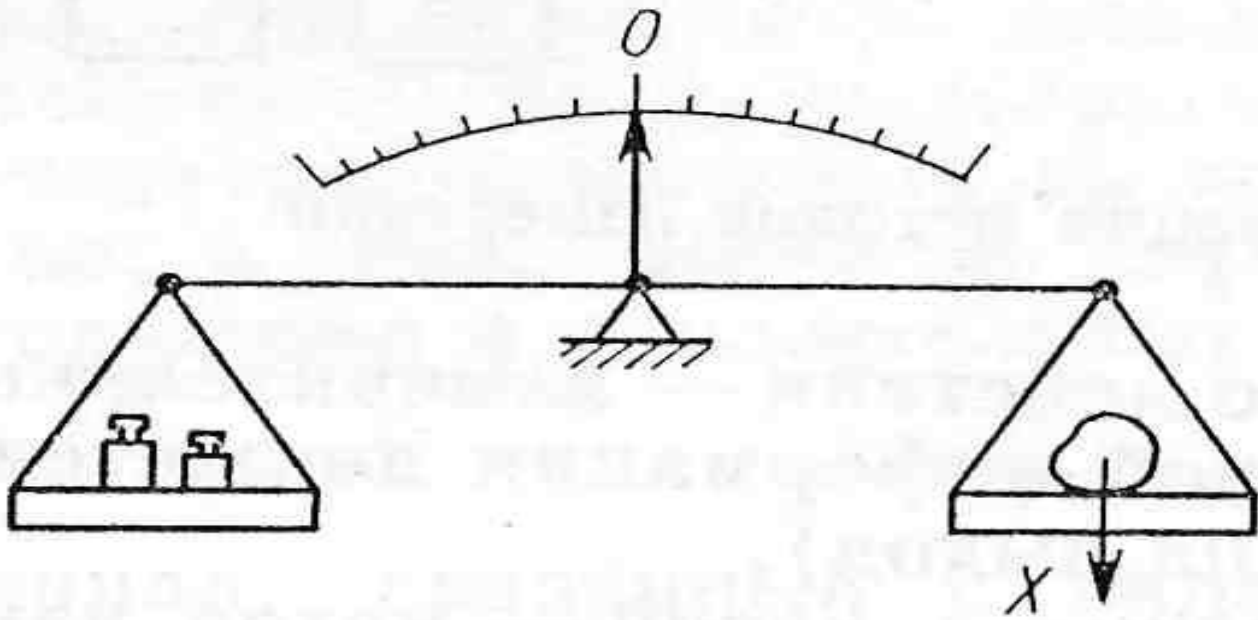
**Дифференциальный** - на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой.

**Нулевой** - результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля.

а)

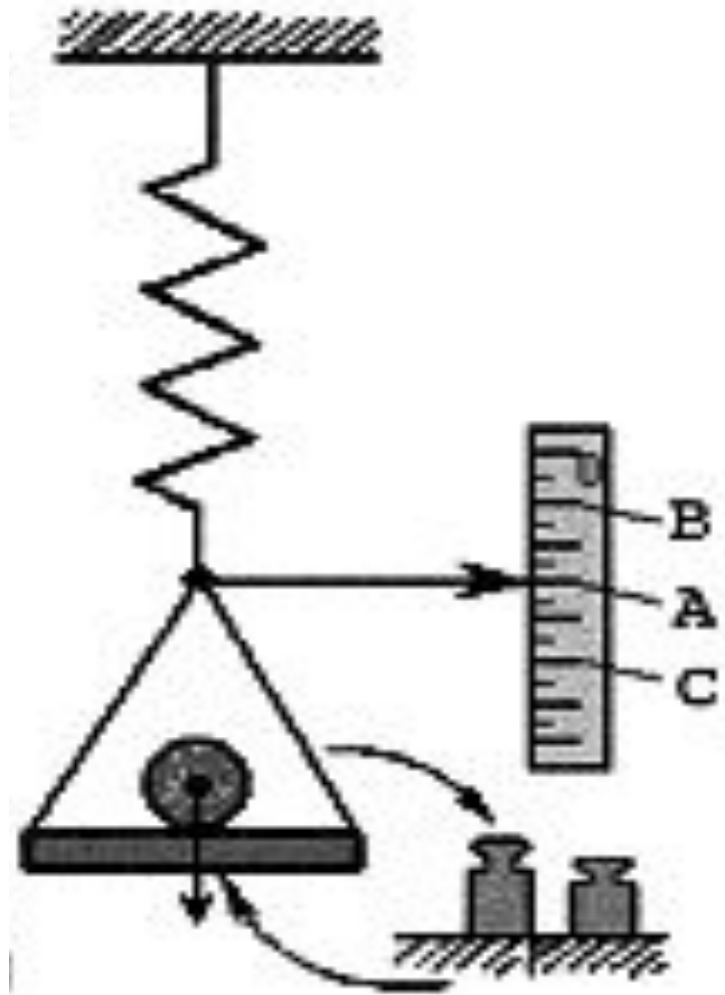
б,

Нуль - индикатор



**Замещения** - измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой.





**Совпадения** - разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов.

По характеру взаимосвязи средства измерения с проверяемой деталью различают :

- **контактный метод;**
- **бесконтактный метод.**

# Средства измерения

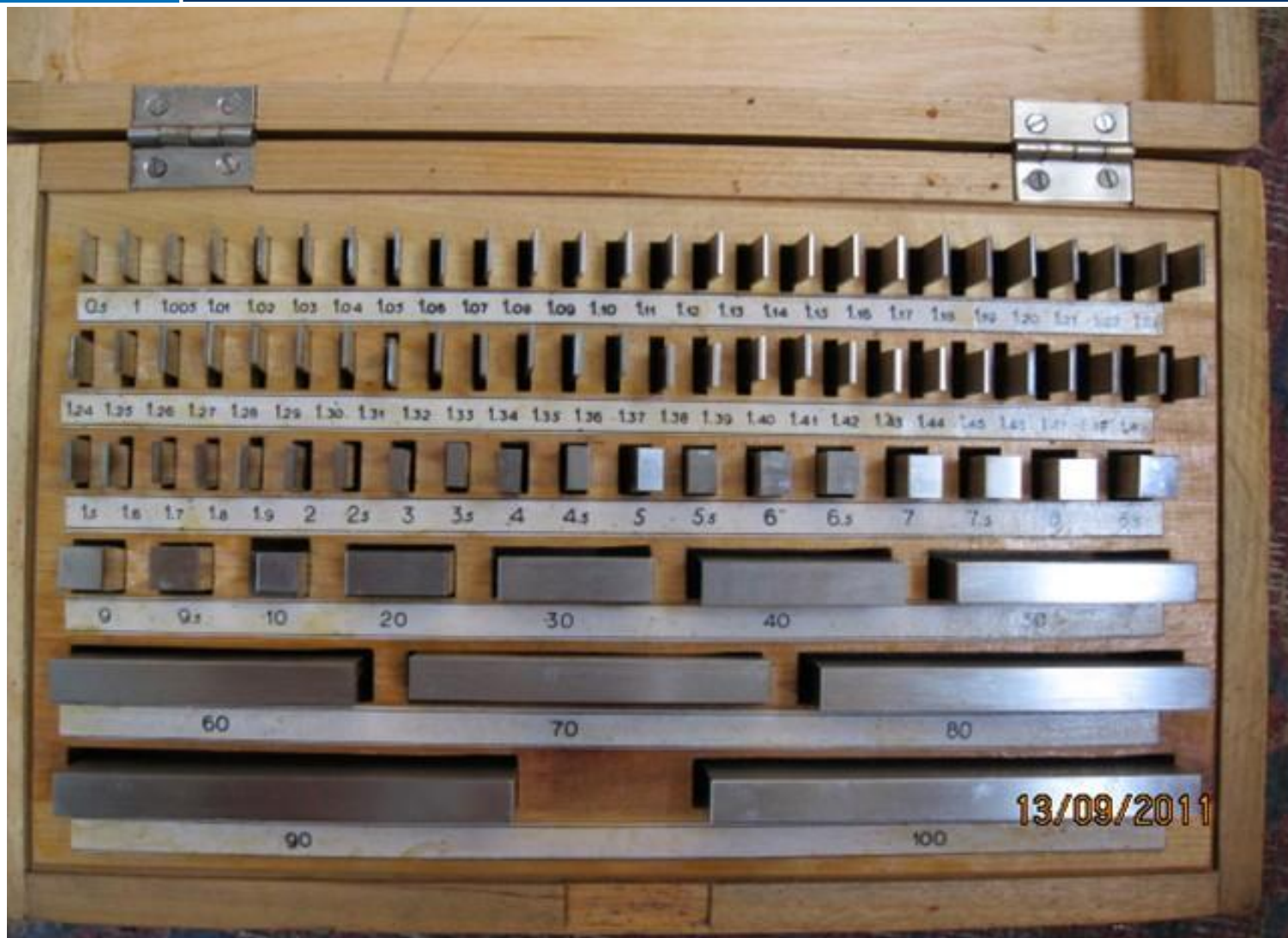
**- техническое средство,  
используемое при измерениях  
и имеющее нормированные  
метрологические свойства.**

- **меры;**
- **измерительные приборы;**
- **измерительные преобразователи;**
- **вспомогательные средства измерения.**

**Мера** - средство измерения,  
предназначенное для  
воспроизведения физической  
величины заданного размера.

- **штриховые (измерительные линейки, рулетки);**
- **концевые (щупы, плитки);**
- **однозначные;**
- **многозначные.**







**Измерительный прибор** - средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

# Измерительные приборы



PP4WEB.ru



**Измерительный преобразователь -**  
средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не для восприятия наблюдателем.





**Вспомогательное** - средство измерения тех величин, что влияют на метрологические свойства другого средства измерения при его применении или поверке.

По метрологическому назначению средства измерения делятся :

- эталоны;
- образцовые;
- рабочие.



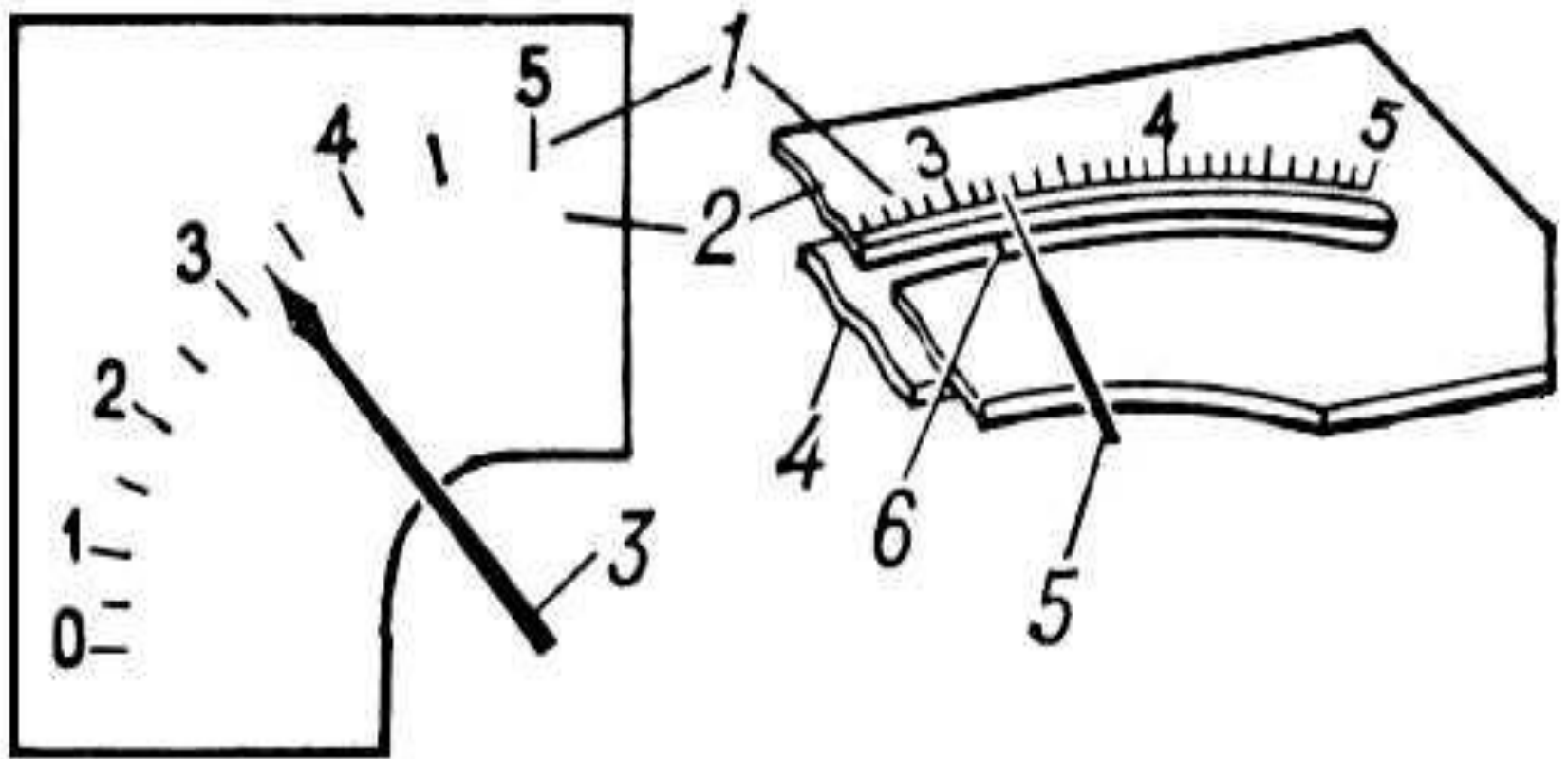
**Эталон** - средство измерения, официально утвержденное и обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы физической величины с целью передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерения.

- первичный (государственный)
- вторичный – эталон-свидетель  
эталон-сравнения  
эталон-копия - рабочий  
эталон

**Образцовые** - средства измерения, предназначенные для градуировки и поверки лабораторных и заводских мер и приборов.

**Рабочие** - средства измерения применяемые для измерений, не связанных с передачей размера единиц и в зависимости от точности их изготовления подразделяются на классы точности.

**Измерительный прибор состоит из чувствительного элемента, измерительного механизма и отсчетного устройства.**



**Шкала** представляет собой совокупность отметок в виде штрихов, точек или других знаков, соответствующих ряду последовательных значений величины.

# Деление шкалы - промежуток между двумя соседними отметками.

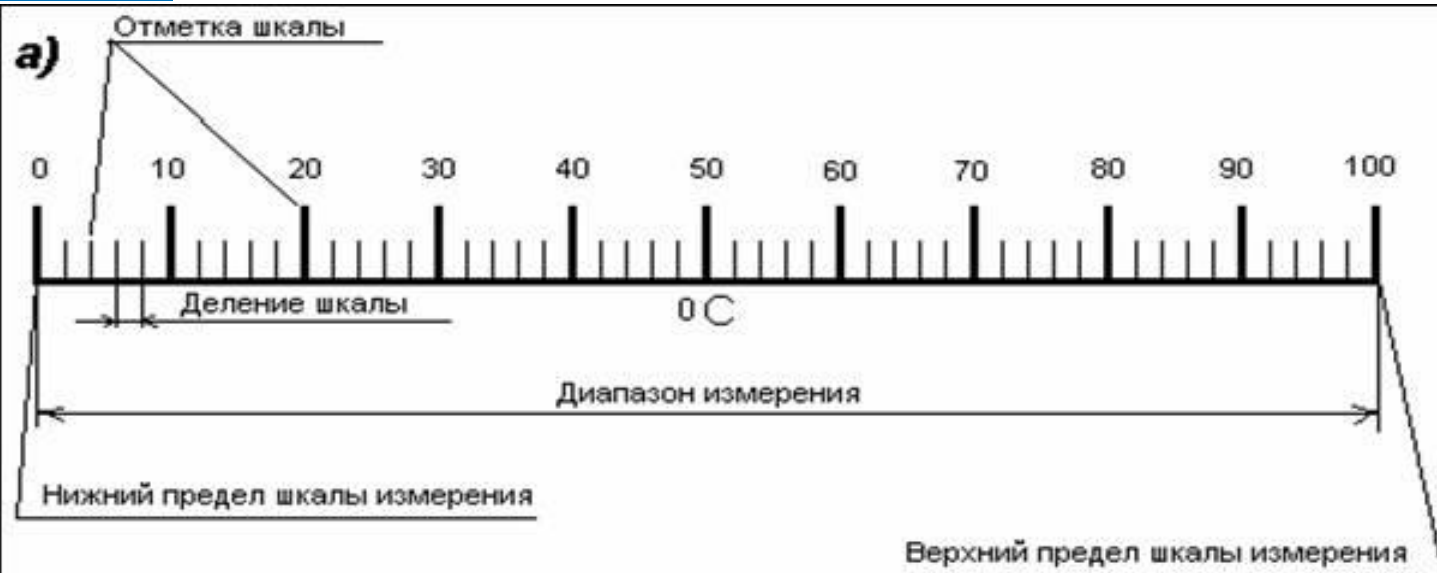




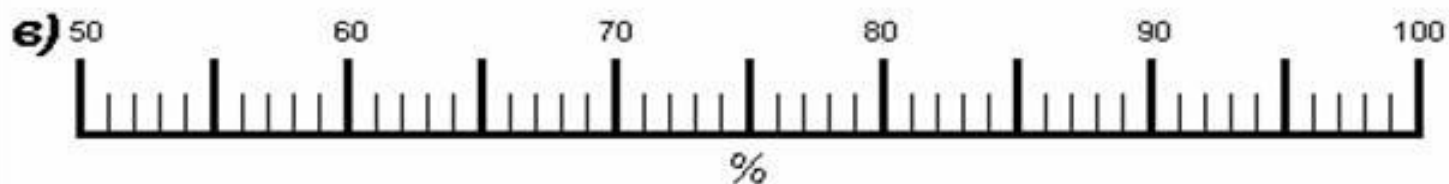
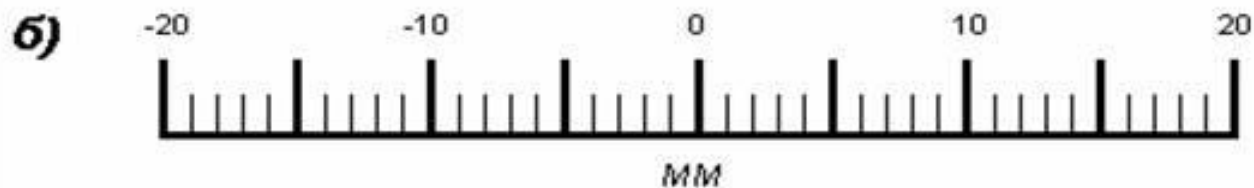
**Цена деления шкалы** - разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

**Начальное и конечное значение шкалы -  
наибольшее и наименьшее значения  
измеряемой величины, указанное на  
шкале.**

**Диапазон показаний** - область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы.



0 10 20 30... 100 - числовые отметки шкалы или оцифрованные отметки шкалы



**Диапазон измерений** - область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

**Класс точности средства измерений** -  
обобщенная характеристика средства  
измерений, определяемая пределами  
допускаемых основных и  
дополнительных погрешностей.

**Класс точности выбирается из  
ряда  
( 1; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6 ) \* 10<sup>n</sup>**

**Основная погрешность** - характеризует работу прибора в нормальных условиях, оговоренных техническими условиями завода-изготовителя



**Дополнительная погрешность** - возникает в приборе при отклонении одной или нескольких влияющих величин от требуемых технических норм завода изготовителя.

**Абсолютная** - это разница между измеренной величиной  $X_{\text{изм}}$  и действительным значением  $X_{\text{д}}$  этой величины.

(выражается в единицах измеряемой величины).

$$\blacktriangle = X_{\text{изм}} - X_{\text{д}}$$

**Относительная** - отношение абсолютной погрешности измерения  $\Delta$  к действительному значению  $X_d$  измеряемой величины.

$$\delta = \pm \Delta / X_d * 100\%$$

**Приведенная** - отношение абсолютной погрешности  $\Delta$  прибора к нормирующему значению  $X_n$ , постоянному во всем диапазоне измерения или его части.

$$\gamma = \pm \Delta / X_n * 100\%$$

Нормирующее значение  $X_n$  зависит от типа шкалы датчика прибора:

- односторонняя шкала от 0 до  $150\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  
 $X_n = 150$ ;
- односторонняя от 30 до  $150\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  
 $X_n = 120$ ;
- двухсторонняя – 50 до  $150\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  
 $X_n = 200$ .

**В зависимости от причин возникновения различают :**

- инструментальную погрешность**
- погрешность метода измерения**
- погрешность отсчитывания**

- **систематические;**
- **случайные;**
- **промахи.**

**Систематическая погрешность - это**  
**составляющая погрешности результата**  
**измерения, остающаяся постоянной**  
**или закономерно изменяющаяся при**  
**повторных измерениях одной и той**  
**же величины.**



**Случайная погрешность** - это составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях.

**Промех** - это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов.

**Оптимальное соотношение между допускаемыми погрешностями рабочего эталона (образцового средства измерений) и проверяемого средства измерений :**

**- 1:3**

**- 1:5**

# Государственный метрологический контроль и надзор

**Федеральный закон №102-ФЗ  
от 26.06.2008**

**«ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА  
ИЗМЕРЕНИЙ»  
(ред. от 13.07.2015)**

**Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения которые выполняются при осуществлении деятельности :**

- в области здравоохранения;**
- ветеринарии;**
- в области охраны окружающей среды;**
- по обеспечению безопасных условий и охраны труда;**

- в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах;
- осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством РФ требований ПБ к эксплуатации ОПО;

- торговли, выполнении работ по расфасовке товаров;
- государственных учетных операций и учете количества энергетических ресурсов;
- оказании услуг почтовой связи, учете объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечении целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования;
- в области обороны и безопасности государства;



- геодезической и картографической деятельности;
- в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;
  - проведение банковских, налоговых и таможенных операций и таможенного контроля;
- выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и иных объектов установленным законодательством РФ о техническом регулировании;

- проведении официальных спортивных соревнований, обеспечении подготовки спортсменов высокого класса;
- выполнении поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;
- государственного контроля (надзора);
- в области использования атомной энергии;
- безопасности дорожного движения.

**Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений**

**осуществляется в следующих формах:**

- утверждение типа стандартных образцов или типа измерений;**
  - поверка средств измерений;**
  - метрологическая экспертиза;**
  - федеральный государственный метрологический надзор;**

- аттестация методик (методов) измерений;
- аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

**Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке.**

**Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные организации.**

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

**Первичная поверка** – проводится при выпуске из производства, после ремонта, при ввозе из-за границы.

**Периодическая поверка** устанавливается из расчета исправности средства измерения между поверкой.

**Внеочередная поверка** проводится, не зависимо от срока периодической поверки, когда необходимо убедиться в исправности средства измерения, при контроле поверочного процесса, при повреждении поверочного клейма.

**Инспекционная поверка** проводится при метрологической ревизии.



**Поверка подразделяется на три части:**  
**техническую, метрологическую и**  
**административную.**

При **технической поверке** осуществляют:  
поверку общего состояния средств  
измерения, обнаружение грязи, износа,  
правильность установки средств измерения,  
оценку возможности получения  
неправильных измерений.

При **метрологической поверке** устанавливают:  
основную погрешность прибора,  
стабильность, повторяемость и дрейф,  
чувствительность к электромагнитным  
помехам.

При **административной поверке** проверяют наличие знака поверительного клейма или сертификата о поверке, даты предыдущей поверки, целостность клейм, наличие документов (протоколов поверки, ремонтов).

**Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.**

**При положительных результатах на средство измерения наносится знак поверительного клейма и (или) выдается свидетельство – сертификат о поверке.**

**У не пригодных аннулируется сертификат и оттиск поверительного клейма и выписывается свидетельство о не пригодности.**

## Примеры рисунков поверительных клейм



Рис. 8.8 — Поверительное клеймо ЦСМ



Рис. 8.9 — Поверительное клеймо ГНМЦ



Рис. 8.10 — Поверительное клеймо, применяемое метрологической службой юридического лица при клеймении средств измерений, выпускаемых из производства



Рис. 8.11 — Поверительное клеймо, применяемое метрологической службой юридического лица при клеймении средств измерений, находящихся в эксплуатации или после ремонта

ФГУ "Кировский центр стандартизации и метрологии"

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

О ПОВЕРКЕ

Действительно до  
№ 017488 19 мая 2008 г.

Эталон (средство измерений) Комплекты эталонов температуры Clovis Combined  
номинальное значение, тип (если в составе)

в составе: 1. первичный преобразователь расхода Clovis DN40  
средства измерений входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)

сер. № 9800499; 2. первичный преобразователь температуры Clovis: сер. № 9800499;

3. передаточная пара термопреобразователей Дат. № 1814001: Сер. № 11-022178, № 11-022177.

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

---

заводской номер (номера) 9800499

принадлежащее ТСЖ "На Филиппово" г. Киров, ИНН 4348034668.  
номинальное значение юридического (физического) лица, ИНН

поверено в соответствии с ММ 25.14538381.001-94 (метрология поверки);  
номинальное значение и номер документа на метрологию поверки

ГОСТ 8.461-82 (метрология и средства поверки терм. сопр.)

с применением эталонов: 1. Уплетовка для поверки стандартных-расходомеров УМСЖ-45/6 № 002;  
номинальное значение, заводской номер, разряд, класс или погрешность (0,02 ± 45) × 10<sup>-3</sup> л/с, 0,02

2. Филипповый термометр стандартный эталонный ПТОВ-4/И (г-разр., -50 ÷ 232 °C) - № 066; Термометр прецизионный ТММ-1.1 № 14, град. ± 0,01 °C.


3. Многоканальный прецизионный цифровый термометр МИТФ-10 № 086;  
д ± (0,003 + 10<sup>-3</sup>) °C

при следующих значениях влияющих факторов: Температура окружающей среды -  
приводят перечень


Темп. - 19 °C (± 5) °C; отн. влажность - 72% (± 5) %; атм. дав.: 100,9 кПа (± 105) Па;  
влияющих факторов, нормированных в документе на метрологию поверки, с указанием их значений

напряж. питающей сети: 220 В; (± 5) В; флик. с = (50 ± 1) Гц.

и на основании результатов периодической поверки признано **пригодным к применению, по классу 4.0.**



001751508



И. Каргаломцев В.П. /  
инициалы, фамилия

И. Глазголин А.В. /  
инициалы, фамилия

Начальник лаборатории (отдела)

Поверитель

19 мая 2008 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное бюджетное учреждение  
"Государственный региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний им. Б. А. Дубовикова в Саратовской области"

**ИЗВЕЩЕНИЕ**  
о непригодности к применению

№ 012111

Средство измерений Сигнализатор загазованности «СЗ-2-2Д»  
наименование, тип

---

Отсутствует  
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер 6-7158

принадлежащее ООО ДП СТРОЙДОРСЕРВИС-М  
наименование юридического (физического) лица, ИНН

ИНН 6452071576

---

поверено и на основании результатов поверки признано непригодным к применению в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

**Причины непригодности**  
При подаче ГПС-ГСО СО 21,7% об.д., отсутствует срабатывание сигнализации.

ФГУ "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний им. Б. А. Дубовикова в Саратовской области" (ФБУ "Саратовский ЦСМ им. Б. А. Дубовикова")  
Отдел поверки СИ физико-химических, оптико-физических величин, СИ медицинского назначения

Начальник отдела

Подпись



Подпись

**Е.А. Брянкина**

инициалы, фамилия

Поверитель

Подпись



Подпись

**А.А. Макаров**

инициалы, фамилия

**13.03.2012**

Дата



**Конструкция средства измерений должна обеспечивать возможность нанесения знака поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации средства измерений не позволяют нанести знак поверки непосредственно на средство измерений, он наносится на свидетельство о поверке или в паспорт (формуляр).**

**Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования, могут подвергаться поверке в добровольном порядке.**

**Поверочная схема** - это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от эталона рабочим средствам измерений с указанием методов и погрешностей при передаче.

**Государственная поверочная схема** -  
распространяется на все средства измерений  
данной ФВ, имеющиеся в стране.

Она разрабатывается в виде государственного  
стандарта, состоящего из чертежа поверочной  
схемы и текстовой части, которая содержит  
пояснения к чертежу.

**Локальная поверочная схема -**  
распространяется на средства измерений  
данной ФВ, применяемые в отрасли,  
ведомстве или на отдельном предприятии.

**Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке.**

**Калибровка средств измерений выполняется с использованием единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин.**

**Калибровка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.



**Результаты калибровки позволяют найти действительные значения измеряемой величины, показываемые средством измерений, или поправки к его показаниям, или оценить погрешность этих средств.**

**Результаты калибровки удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средство измерений, или свидетельством о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.**

# Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)

**ГСП - представляет собой эксплуатационно, информационно, энергетически, метрологически и конструктивно организованную совокупность изделий, предназначенных для использования в качестве средств автоматических и автоматизированных систем контроля, измерения, регулировки технологических процессов, а также информационно - измерительных систем.**

**Информационная совместимость** - совокупность стандартизованных характеристик, обеспечивающих согласованность сигналов связи по видам и номенклатуре, их информационным параметрам, уровням, пространственно - временным и логическим соотношениям и типу логики.

**Для всех изделий ГСП приняты унифицированные сигналы связи и единые интерфейсы, которые представляют собой совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие устройств в системе.**

**Конструктивная совместимость -**  
**совокупность свойств, обеспечивающая**  
**согласованность конструктивных**  
**параметров и механическое сопряжение**  
**технических средств, а также выполнение**  
**эргономических и эстетических требований**  
**при совместном использовании.**

**Эксплуатационная совместимость** - совокупность свойств, обеспечивающих работоспособность и надежность функционирования технических средств при совместном использовании в производственных условиях, а также удобство обслуживания, настройки и ремонта.



**Метрологическая совместимость -**  
совокупность выбранных метрологических характеристик и свойств средств измерения, обеспечивающих сопоставимость результатов измерений и возможность расчета погрешности результатов измерений при работе технических средств в составе системы.

**В основу создания и совершенствования ГСП  
положены следующие системотехнологические  
принципы:**

- типизация и минимизация многообразия функций  
автоматического контроля, регулировки и  
управления**
- минимизация номенклатуры технических средств**
  - блочно-модульное построение приборов и  
устройств**
- агрегатное построение систем управления на базе  
унифицированных приборов и устройств**
  - совместимость приборов и устройств**

**По функциональному признаку все ГСП  
делятся на четыре группы :**

- устройства получения информации о  
состоянии процесса;**
- устройства приема, преобразования и  
передачи информации по каналам связи;**

- устройства преобразования, хранения, обработки информации и формирования команд управления;
- устройства использования командной информации для воздействия на объект управления.

## **Приборы 1 группы :**

**датчики, нормирующие преобразователи,  
формирующие унифицированный сигнал,  
приборы обеспечивающие представление  
измерительной информации в форме  
доступной для непосредственного  
восприятия наблюдателем**

## **Приборы 2 группы :**

**коммутаторы измерительных цепей,  
преобразователи сигналов кодов,  
шифраторы и дешифраторы, согласующие  
устройства, средства телесигнализации,  
телеизмерения и телеуправления. Они  
преобразуют как измерительные так и  
управляющие сигналы.**

## **Приборы 3 группы :**

**анализаторы сигналов, функциональные и операционные преобразователи, логические устройства и устройства памяти, задатчики, регуляторы, управляющие вычислительные комплексы и устройства**

**Приборы 4 группы :**  
исполнительные устройства  
( электрические, пневматические,  
гидравлические и комбинированные  
исполнительные механизмы), усилители  
мощности, вспомогательные устройства к  
ним, а также устройства представления  
информации



**В зависимости от рода используемой энергии средствами измерений и вспомогательными устройствами ГСП подразделяются на 4 ветви :**

- электрическую**
- пневматическую**
- гидравлическую**
- не использующие вспомогательной энергии**

**В АСУ наиболее распространены электрические сигналы связи, достоинствами которых являются высокая скорость передачи сигнала, низкая стоимость и доступность источников энергии, простота прокладки линий связи**

**Информационные сигналы могут быть в естественном и унифицированном виде.**

**Естественный** - это сигнал первичного измерительного преобразователя, вид и диапазон изменения которого определяется его физическими свойствами и диапазоном изменения физической величины.

## **Входные и выходные унифицированные сигналы:**

**Электрические Пост.ток 0-5; 0-20; -5-0-5; 4-20 мА**

**Перем.напр. 0-2; -1-0-1 В**

**Пост.напр. 0-10; 0-20; -10-0-10 мВ**

**частота 2-8; 2-4; КГц**

**Пневматические Давл. 0,2-1 кг/см<sup>2</sup>**

**Гидравлические Давл. 0,1-6,4 МПа**

Различают **10 естественных** выходных сигналов ГСП :

- перемещение
- угол поворота
- усилие
- интервалы времени

- постоянное напряжение
- переменное напряжение
- активное сопротивление
- комплексное сопротивление
  - электрическая емкость
  - частота

# Классификация измерительных приборов

- **штриховые (штангенинструменты, угломеры)**
  - **микрометрические (микрометры)**
- **рычажно-механические (индикаторы)**
- **рычажно-оптические (оптиметры)**



- **оптико-механические (проеекционные, интерференционные)**
  - **гидравлические**
- **пневматические (манометры, ротаметры)**
  - **электрические и электронные (электроконтактные, сопротивления, емкостные, индуктивные, пьезоэлектрические, и др.)**

# По назначению :

- универсальные
- специальные

- цифровые
- аналоговые
- показывающие
- регистрирующие