

Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества

к.т.н., доцент СОЛОНИНА Валентина Анатольевна

кафедра СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ауд. 101

МЕТРОЛОГИЯ

наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.



Малая пядь

Длина
малой пяди
примерно



19 см

Большая пядь

Длина
большой пяди
примерно



23 см

Вершок

Длина
вершка
примерно



4 см



Важнейшая задача метрологии

Обеспечение единства измерений, которая решается при соблюдении двух условий:

1. Выражение результатов измерений в узаконенных единицах.
2. Установление допускаемых погрешностей результатов измерений и границ, за которые они не должны выходить при заданной вероятности.

Метрология

```
graph TD; A[Метрология] --- B[Теоретическая метрология]; A --- C[Прикладная метрология]; A --- D[Законодательная метрология];
```

Теоретическая метрология

занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения

Прикладная метрология

занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии

Законодательная метрология

включает совокупность взаимообусловленных правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые возводятся в ранг правовых положений и имеют обязательную силу и находятся под контролем государства



Метрологическое обеспечение

установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основные цели и конечные результаты метрологического обеспечения:

- Повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровнем автоматизации производственных процессов;
- Обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов, агрегатов;
- Повышение эффективности НИР, испытаний;
- Обеспечение достоверного учёта материальных и энергетических ресурсов и их экономическое использование;
- Повышение эффективности мероприятий по профилактике, диагностике и лечению болезней, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей среды;
- Повышение уровня автоматизации управления транспортом и безопасность его движения;
- Обеспечение высокого качества и надёжности связи.

Основы метрологического обеспечения единства измерений

- **Организационная** - метрологические службы.*
- **Техническая:***
 - стандартные справочные данные о физических константах и свойствах материалов и веществ;*
 - стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов;*
 - эталоны единиц физических величин.*



**Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ
"Об обеспечении единства измерений"**

Закон РФ

«Об обеспечении единства измерений»

- основные метрологические понятия (термины и определения);
- компетенцию Госстандарта России в обеспечении единства измерений;
- единицы величин, государственные эталоны, средства и методики измерений;
- компетенцию и структуру Государственной метрологической службы и других государственных служб обеспечения единства измерений;
- метрологические службы государственных органов управления, предприятий и организаций;
- **сферы распространения и виды государственного метрологического надзора;**
- права, обязанности и ответственность государственных инспекторов по обеспечению единства измерений;
- условия использования средств измерений в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора;
- требования к выполнению измерений по аттестованным методикам;
- основные положения калибровки и сертификации средств измерений;
- ответственность за нарушение положений Закона.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений к которым установлены обязательные метрологические требования:

1. ~~осуществление деятельности в области здравоохранения;~~
2. осуществление ветеринарной деятельности;
3. осуществление деятельности в области **охраны окружающей среды;**
4. осуществление деятельности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, **обеспечения пожарной безопасности,** безопасности людей на водных объектах;
5. **выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;**
6. **осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством РФ требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;**
7. осуществление торговли, выполнение работ по расфасовке товаров;
8. выполнение государственных учетных операций и учете количества энергетических ресурсов;
9. оказание услуг почтовой связи, учет объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечение целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования;
10. осуществление деятельности в области обороны и безопасности государства;


Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений к которым установлены обязательные метрологические требования:

11. осуществление геодезической и картографической деятельности;
12. осуществление деятельности в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;
13. проведение банковских, налоговых, таможенных операций и таможенного контроля;
14. выполнение работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством РФ о техническом регулировании;
15. проведение официальных спортивных соревнований, обеспечении подготовки спортсменов высокого класса;
16. выполнение поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;
17. осуществление мероприятий государственного контроля (надзора);
18. осуществление деятельности в области использования атомной энергии;
19. обеспечение безопасности дорожного движения.

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»

Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений осуществляется в следующих формах:

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



Обязательные требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений устанавливаются законодательством РФ об обеспечении единства измерений и законодательством РФ о техническом регулировании.

Обязательные требования к единицам величин, выполнению работ и (или) оказанию услуг по обеспечению единства измерений устанавливаются законодательством РФ об обеспечении единства измерений.

Утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений

Тип стандартных образцов или тип средств измерений, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежит обязательному утверждению. При утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, интервал между поверками средств измерений, а также методика поверки данного типа средств измерений.

Решение об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений принимается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений, на основании положительных результатов испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа.



Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)

включает в себя нормативные документы, устанавливающие правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в РФ при требуемой точности.

В единую государственную систему метрологии входят:

- Система государственных эталонов единиц физических величин, обеспечивающая воспроизведение единиц с наивысочайшей точностью;
- Система передачи размеров единиц физических величин от эталонов ко всем средствам измерения с помощью образцовых средств измерений;
- Системы разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений;
- Система обязательных государственных испытаний средств измерений, предназначенных для серийного или массового производства и ввоза их из-за границы;

В единую государственную систему метрологии входят:

- Система государственной ведомственной поверки или метрологической аттестации средств измерений, обеспечивающая единообразие средств измерений при их изготовлении, эксплуатации, ремонте;
- Система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, обеспечивающая воспроизведение единиц величин;
- Система стандартных справочных данных о физических константах свойствах веществ и материалов.

Теоретические основы метрологии

Физическая величина – свойство, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Измеряемые величины могут быть выражены количественно в установленных единицах измерения (масса, длина, плотность).

Оцениваемые величины, для которых не может быть введена единица измерения, величины производятся при помощи установленной шкалы (твердость).



Теоретические основы метрологии

Единица физической величины – размер физической величины, которому по определению придано значение, равное единице.

Единицы физической величины

- 1. Основные единицы* - единицы физических величин, которые объединяют в системы единиц по определенным принципам, т.е. произвольно устанавливают.
- 2. Производные единицы* - выражают по формулам через основные единицы для данной области измерений.

Единицы физической величины

- 3. Внесистемные единицы* - единицы физических величин, которые вводятся независимо от системы единиц (миллиметр ртутного столба, рентген, а также кратные и дольные единицы).
- 4. Относительные единицы* - безразмерное отношение физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную.
- 5. Логарифмические величины* - логарифм (десятичный, натуральный) безразмерного отношения двух одноименных физических величин.

Международная система единиц

Основные единицы СИ

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Длина	Метр	м	m
Масса	Килограмм	кг	kg
Время	Секунда	с	s
Сила электрического тока	Ампер	А	A
Термодинамическая температура	Кельвин	К	K
Сила света	Кандела	кд	cd
Количество вещества	Моль	моль	mol

Основные единицы СИ

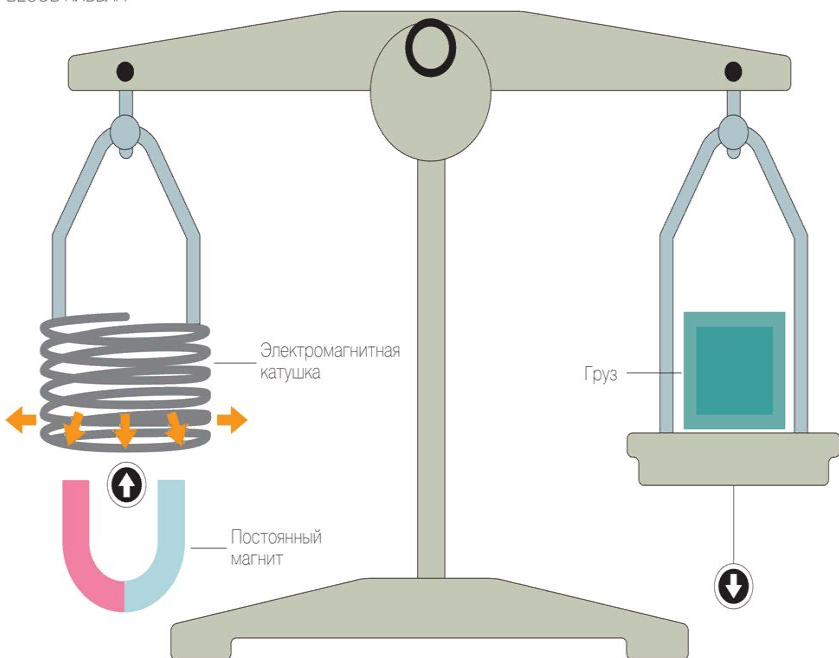
- *Метр* – расстояние, проходимое светом в вакууме за $1/299\,792\,458$ долю секунды.
- *Килограмм* – груз, который на весах Киббла уравнивает силу отталкивания между постоянным магнитом и катушкой, по которой пропускают ток.
- *Секунда* – интервал времени, в течение которого совершается $9\,192\,631\,770$ колебаний, соответствующих резонансной частоте энергетического перехода между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133 при отсутствии возмущения внешними полями.

весы Киббла



КАК РАБОТАЮТ ВЕСЫ КИББЛА

ТОК СОЗДАЕТ СИЛУ (МАГНИТНОГО ПОЛЯ), КОТОРАЯ УРАВНОВЕШИВАЕТ ГРУЗ НА ДРУГОЙ ЧАШКЕ ВЕСОВ КИББЛА



Основные единицы СИ

- *Ампер* - сила неизменяющегося электрического тока, который, проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, создает между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины.
- *Кельвин* – единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды.

Основные единицы СИ

- *Кандела* – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила излучения которого в этом направлении составляет $1/683 \text{ Вт} \cdot \text{ср}^{-1}$.
- *Моль* – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в $0,012$ кг *углерода-12*.

Эталоны единиц физических величин

Эталон — особый класс средств измерений высшей точности, при помощи которого хранится и воспроизводится единица физической величины.

- 1. Первичный эталон - обеспечивает воспроизведение и хранение единицы физической величины с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же величины) точностью.*
- 2. Специальный эталон - обеспечивает воспроизведение единицы физической величины в особых условиях, в которых прямая передача размера единицы от первичного эталона с требуемой точностью не осуществима.*
- 3. Вторичный эталон - хранит размер единицы физической величины, полученной путем сличения с первичным эталоном соответствующей физической величины.*

Эталоны единиц физических величин

Вторичный эталон:

- *Эталон-копия (первичного)* — предназначен для передачи размера единицы физической величины рабочим эталонам при большом объеме поверочных работ.
- *Эталон сравнения* — применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.
- *Эталон-свидетель* — предназначен для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты.
- *Рабочий эталон* — применяется для передачи размера единицы физической величины рабочим средствам измерений. Рабочие эталоны подразделяются на разряды, определяющие порядок их соподчинения в соответствии с поверочной схемой.



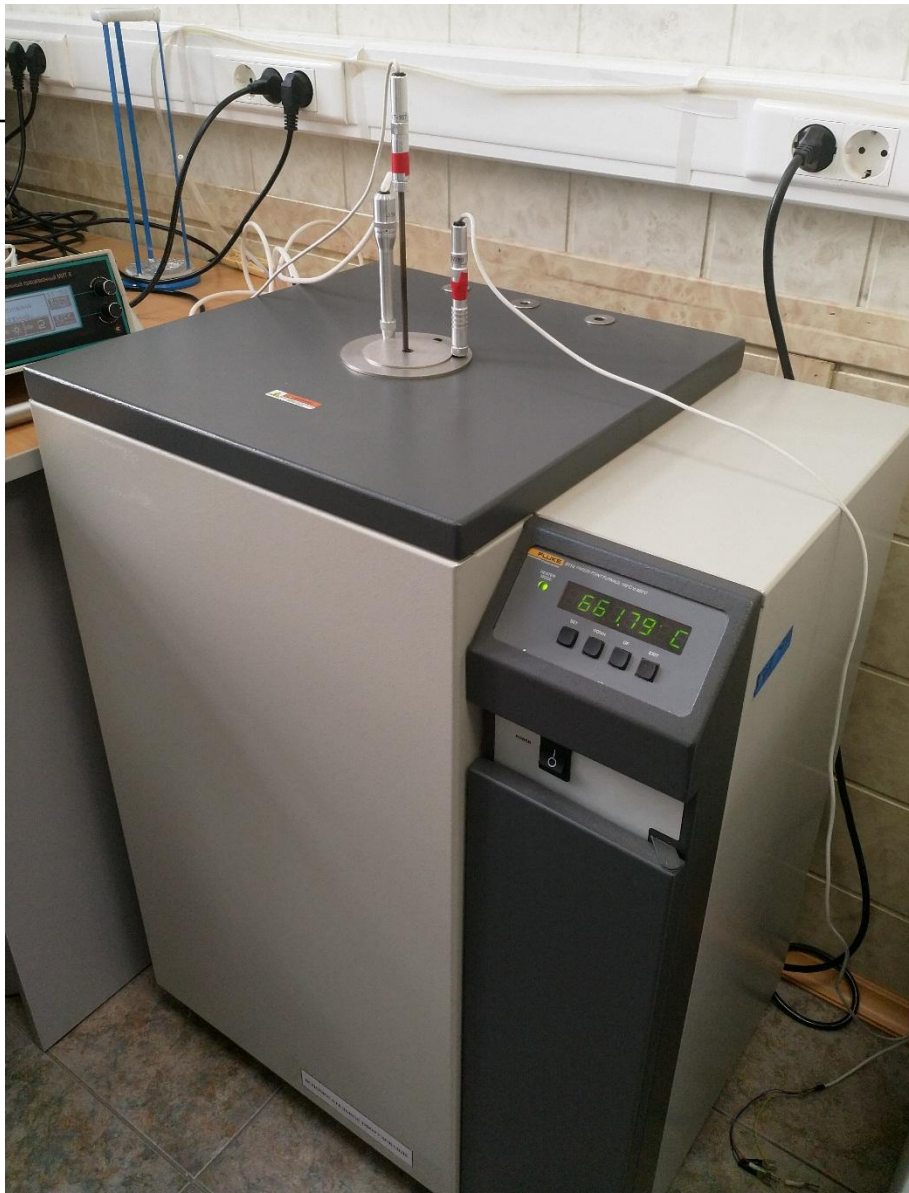
Эталонны массы



Эталон времени



Установка для воспроизведения температуры тройной точки воды



Виды и методы измерений

Измерение - совокупность операций, выполняемых с помощью специального технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение этой величины.

Разновидности измерений

от способа
получения
числового значения

по числу
измерений

по характеристике
точности

по отношению к
изменению
измеряемой
величины

• прямые

(измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно)

• косвенные

(определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной)

• совокупные

(производимые одновременно измерения нескольких одноименных (однородных) величин, при которых искомые значения величин определяют путём решения системы уравнений, получаемых при измерении этих величин в различных сочетаниях)

• совместные

(производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними. Результат измерений получают путем решения системы уравнений)

• однократные

(измерение, выполненное один раз)

• многократные

(измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений)

• равноточные

(ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью)

• неравноточные

(ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимися по точности средствами измерений и (или) в разных условиях)

• статические

(измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения)

• динамические

(измерение изменяющейся по размеру физической величины, для получения результата измерения которой необходимо учитывать это изменение)

Измерительный прибор

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

Классификация измерительных приборов

по виду выходной величины

Аналоговый измерительный прибор

- измерительный прибор, показания которого или выходной сигнал являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины, например, стрелочный вольтметр, стеклянный ртутный термометр



Цифровой измерительный прибор

- измерительный прибор, показания которого представлены в цифровой форме



По способу индикации значений измеряемой величины

Показывающий измерительный прибор

- измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний значений измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр)

Регистрирующий измерительный прибор

- измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний. Регистрация значений измеряемой величины может осуществляться в аналоговой или цифровой форме, в виде диаграммы, путем печатания на бумажной или магнитной ленте (термограф или, например, измерительный прибор, сопряженный с ЭВМ, дисплеем и устройством для печатания показаний)

Погрешности измерений

Погрешность результата измерений – отклонение результата измерений от истинного значения измеряемой величины.

Абсолютная погрешность измерения – разность между полученным при измерении (x) и истинным (Q) значением измеряемой величины:

$$\Delta = x - Q$$

Относительная погрешность – выраженная в процентах или долях значения измеряемой величины:

$$\Delta = (x - Q) / Q$$

Погрешности измерений

- 1. Инструментальная погрешность* - это погрешность применяемого средства измерения.
- 2. Методическая погрешность* - обусловлена несовершенством применяемого метода измерения (способ применения измерительного средства, алгоритмы, по которым вычисляют результат измерения).
- 3. Субъективная погрешность* - обусловлена недостаточной квалификацией или индивидуальными особенностями оператора, выполняющего измерения.

Погрешности измерений

- *Случайная погрешность* — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях.
- *Систематическая погрешность* — составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Передача размеров единиц физических величин

Поверка - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям.

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

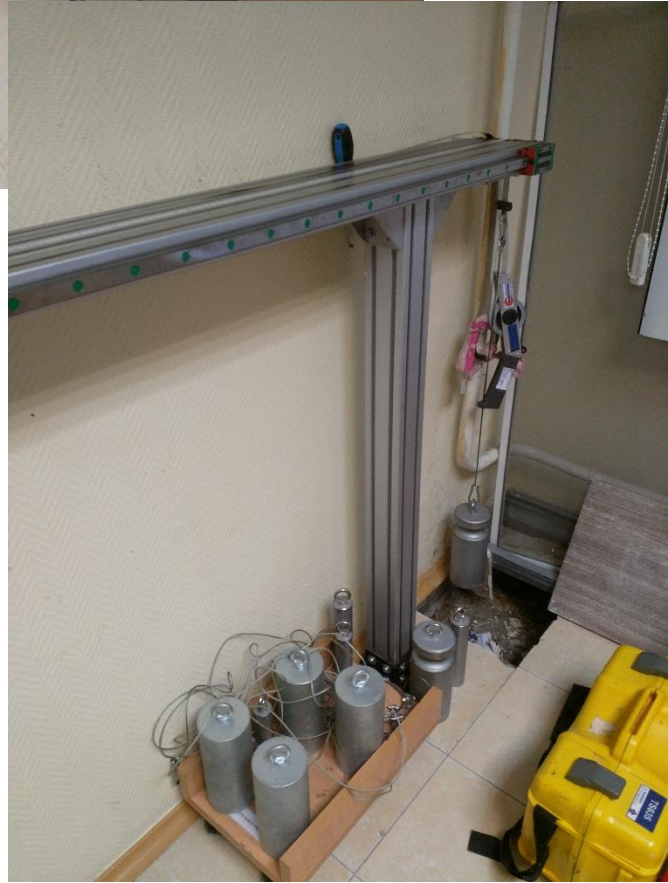
Передача размеров единиц физических величин

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в **Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений**.

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

Виды поверок:

1. Первичная – подвергаются средства измерений при выпуске из производства или ремонта, а также средства измерения, поступающие по импорту.
2. Периодическая – подлежат средства измерения, находящиеся в эксплуатации или на хранении через определенные межповерочные интервалы, установленные с расчетом обеспечения пригодности к применению средств измерений на период между поверками.
3. Инспекционная – производят для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении госнадзора и ведомственного метрологического контроля за состоянием и применением средств измерений.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы»

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ ПР-204-932/09

Действительно до

« 28 » января 2017 г.

Средство измерений: Прибор для измерений показателей

НАИМЕНОВАНИЕ, ТИП

качества и учета электрической энергии РМ130P Plus

СЕРИЯ И НОМЕР КЛЕЙМА ПРЕДЫДУЩЕЙ ПОВЕРКИ, ЕСЛИ ТАКИЕ СЕРИЯ И НОМЕР ИМЕЮТСЯ

Заводской номер 824398

Привладежащее ООО «Хайтел» ИНН 7743001053

НАИМЕНОВАНИЕ ЮРИДИЧЕСКОГО, ФИЗИЧЕСКОГО, ЛИЦА, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки, утвержденной

НАИМЕНОВАНИЕ И НОМЕР ДОКУМЕНТА НА МЕТОДИКУ ПОВЕРКИ

ГЦИ СИ ВНИИМС 25 октября 2007 г

при следующих значениях влияющих факторов: $t = +21^{\circ}\text{C}$, влажн. = 50%

ПЕРЕЧЕНЬ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

с применением эталонов: Калибратор электрической мощности Fluke 6100A №961056048

НАИМЕНОВАНИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭТАЛОНА

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано
пригодным к применению в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя

Поверительное клеймо



Начальник НПО

[Signature]
ПОДПИСЬ

С.Г.Семенчинский

И.О. ФАМИЛИЯ

Поверитель

[Signature]
ПОДПИСЬ

И.А.Иванов

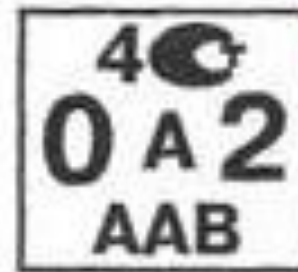
И.О. ФАМИЛИЯ

« 29 » января 2009 г.

119361 Москва, Озёрная ул., д. 46 телефон: (495) 4375577

Аттестат аккредитации на право поверки № 21 действителен до 31.12.11

08972





Поверительное клеймо центра стандартизации и метрологии



Поверительное клеймо государственного научного метрологического центра

Рис. 8.3. Поверительные клейма, применяемые государственными организациями



Поверительное клеймо при выпуске прибора из производства

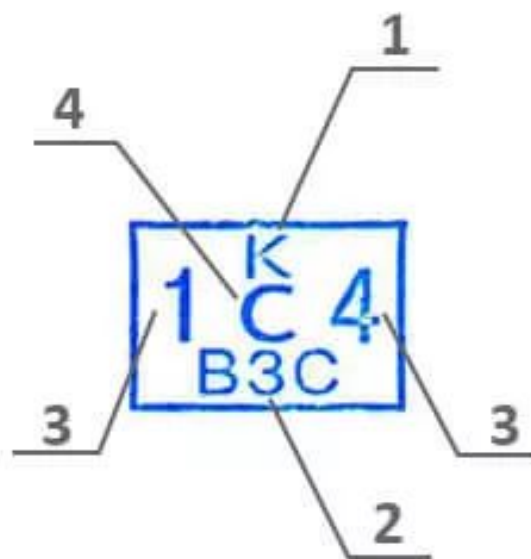


Поверительное клеймо для средств измерений в эксплуатации и после ремонта

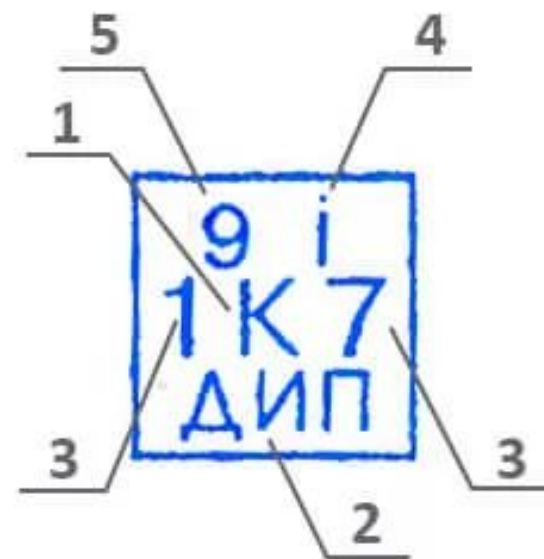
Круглое
калибровочное
клеймо



Прямоугольное
калибровочное
клеймо



Квадратное
калибровочное
клеймо



- 1 - знак калибровки
- 2 - шифр калибровочного клейма
- 3 - год калибровки (3-я и 4-я цифры)

- 4 - личный знак калибровщика
- 5 - месяц калибровки
- 6 - квартал калибровки

Передача размеров единиц физических величин

Калибровка – совокупность операций по подтверждению значений метрологических характеристик, средств измерений не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору (не является обязательной и осуществляется на добровольной основе). Выполняют калибровку любые метрологические службы, в том числе государственные.



Передача размеров единиц физических величин

Метрологическая аттестация – исследование средств измерений для определения его метрологических свойств и выдача документа с указанием полученных данных: диапазона измерений, чувствительности прибора, погрешности.