



Измерения физических величин (ФВ)

- Основные понятия и постулаты метрологии
- Воспроизведение единиц ФВ. Эталоны
- Классификация измерений
- Погрешности измерений

Физическая величина это –

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

- РМГ 29-99 Метрология. Основные термины и определения

Значение физической величины это –

выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц

- РМГ 29-99 Метрология. Основные термины и определения

Измерение это –

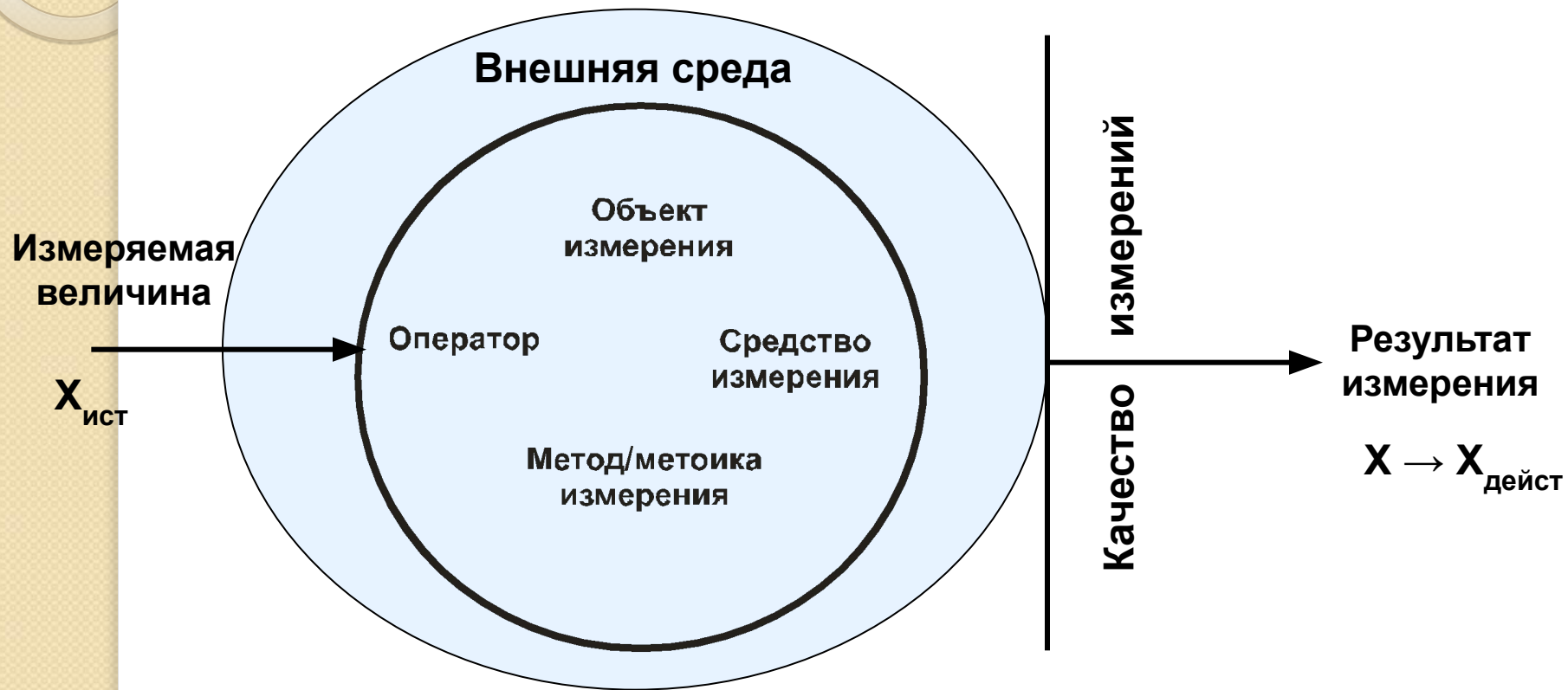
совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины

- ФЗ от 26.06.2008 г. № 102 “Об обеспечении единства измерений”

совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины

- РМГ 29-99 Метрология. Основные термины и определения

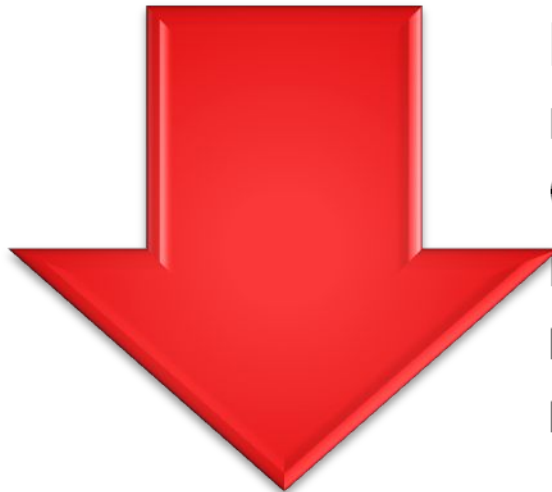
Схема измерения



Постулаты метрологии



Истинное значение измеряемой величины **существует**, и оно постоянно



Истинное значение измеряемой величины **отыскать невозможно**. Отсюда следует, что **результат** измерения, как правило, **связан с измеряемой величиной вероятностной зависимостью**

Понятия, связанные со «значением физической величины»

Истинное

значение ФВ, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину

Действительное

значение ФВ, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него

Измеренное

значение ФВ, полученное путем ее измерения



Результат измерения

Основные понятия

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенное в основу измерений

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

Методика измерения – установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с гарантированной точностью в соответствии с принятым методом

Основные понятия

Объект измерения

- тело (физическая система, процесс, явление и т.д.), которое характеризуется одной или несколькими измеряемыми физическими величинами

Средство измерений

- 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

Качество измерений – совокупность свойств, обуславливающих получение результатов с требуемыми точностными характеристиками, в необходимом виде и в установленные сроки



Качество измерения

Точность измерений

- характеристика качества измерения, отражающая близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины (близость к нулю погрешности результата измерения)

Правильность измерения

- характеристика измерения, отражающая близость к нулю систематической погрешности результата измерения

Качество измерения

Достоверность измерений

- характеристика качества измерений, определяющая доверие к результатам измерения. Характеризуется вероятностью того, что истинное (действительное) значение измеряемой величины находится в указанных пределах

Качество измерения

Сходимость результатов измерений

- близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью

Качество измерения

Воспроизводимость результатов измерений

- близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений (температуре, давлению, влажности и др.)

Обеспечение
единства
измерений

Качество
измерений

Единство измерений –

- состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы
- *Единство измерений призвано обеспечить прежде всего сопоставимость результатов измерений, полученных в разных местах и в разное время, с помощью различных методов и средств измерений*

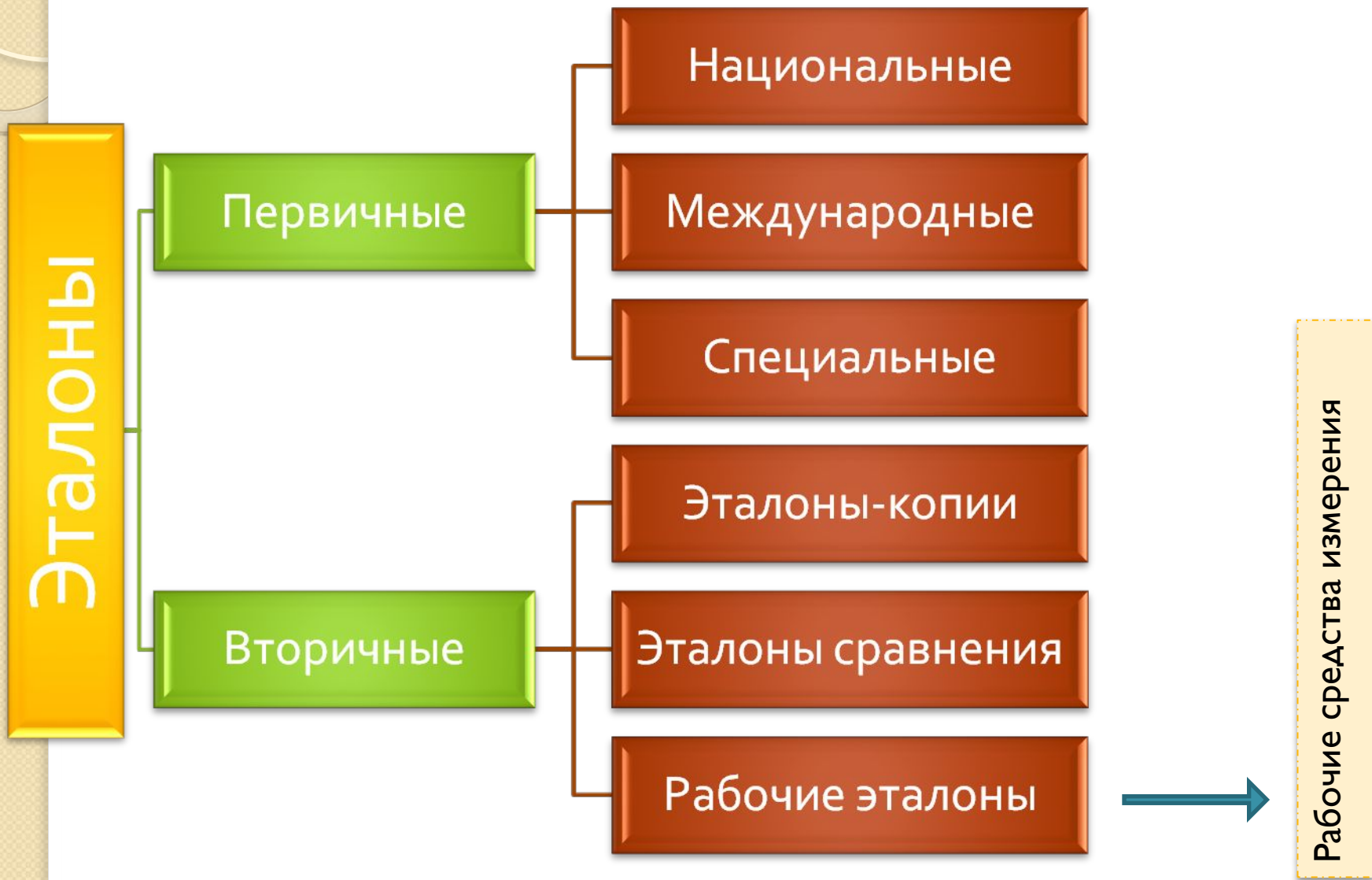
Воспроизведение единиц величин. Эталоны

- Для обеспечения единства измерений ФВ важно, чтобы единицы были одинаковы в их вещественном выражении в тех образцах (эталонах), с которыми сравнивается измеряемая физическая величина

Эталон –

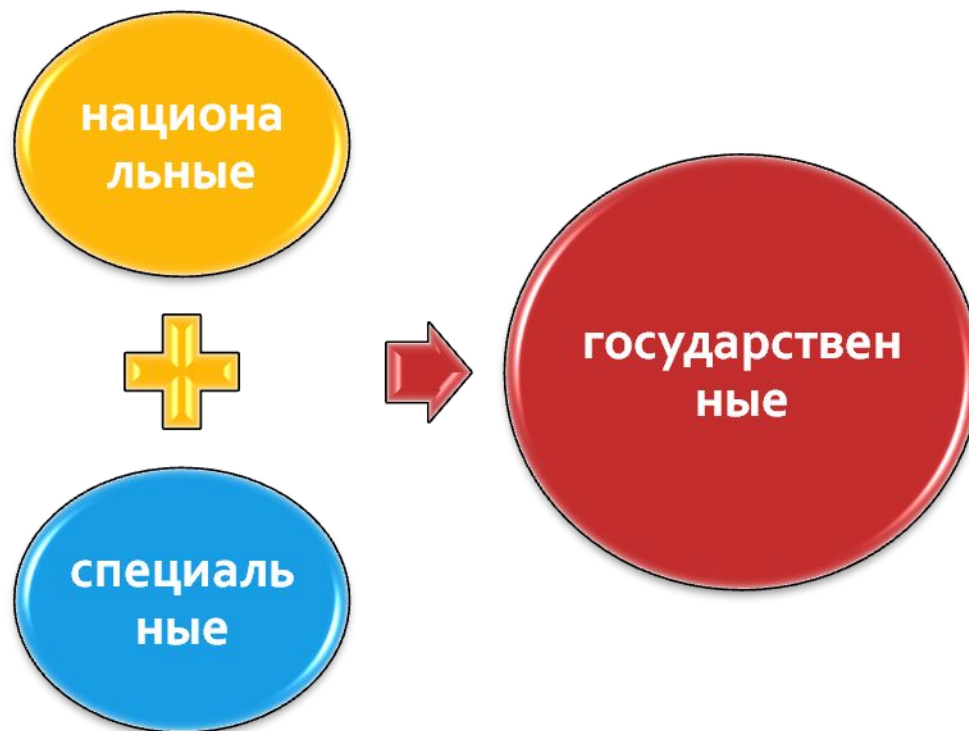
- средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке

Классификация эталонов



Первичный эталон –

- эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью



Первичные эталоны

Государственная
эталонная база

Национальный эталон

- эталон, признанный официальным решением служить в качестве исходного для страны

Специальный эталон

- эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и заменяющий для этих условий первичный эталон

Международный эталон

- эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами

Основные требования к первичным эталонам



Неизменность –

- свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени. При этом все изменения, зависящие от внешних условий, должны быть строго определенными функциями величин, доступных точному измерению

Воспроизводимость –

- возможность воспроизведения единицы ФВ на основе ее теоретического определения с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники. Это достигается путем постоянного исследования эталона в целях определения систематических погрешностей и их исключения путем введения соответствующих поправок

Сличаемость –

- возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерений, нижестоящих по поверочной схеме, в первую очередь вторичных эталонов, с наивысшей точностью для существующего уровня развития техники измерения. Это свойство предполагает, что эталоны по своему устройству и действию не вносят каких-либо искажений в результаты сличений и сами не претерпевают изменений при проведении сличений

Классификация измерений.

Признаки

- Характеристики точности (равноточные и неравноточные);
- Число измерений в серии (однократные и многократные);
- Отношение к изменению измеряемой величины (статические и динамические);
- Выражение результата измерений (абсолютные и относительные);
- Метрологическое назначение (технические, метрологические);
- Общие приемы получения результатов (прямые, косвенные, совокупные и совместные)

Классификация измерений

- **равноточные измерения** - ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях
- **неравноточные измерения** - ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимися по точности средствами измерений и (или) в разных условиях

Классификация измерений

- **статическое измерение** - измерение ФВ, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения (длина, масса и т.д.)
- **динамическое измерение** - измерение изменяющейся по размеру ФВ (устойчивость к многократному растяжению, изгибам и т. д.)

Классификация измерений

- **прямое измерение** - измерение, при котором искомое значение ФВ получают непосредственно по показанию средства измерения (СИ)
- **косвенное измерение** - определение искомого значения ФВ на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной

$$T = \frac{m}{l}$$

Классификация измерений

- **совокупные измерения** - проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях

Классификация измерений

- **совместные измерения** - проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними (зависимость влажности материала от влажности окружающей среды – изотерма сорбции)

Классификация измерений

- **Абсолютное измерение** - измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант ($F = mg$)

Классификация измерений

- **Относительное измерение** - измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную (относительная влажность воздуха, удлинение при разрыве в %)

Классификация измерений

- **Метрологическое измерение** – измерения при помощи эталонов с целью воспроизведения единиц ФВ или передачи их размера СИ
- **Техническое измерение** – измерения при помощи рабочих средств измерения (контроль качества продукции, научно-исследовательские испытания)