

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Суханов Алексей Викторович,

к.х.н., Доцент Каф. КИСМ ИК ТПУ

suhanov@tpu.ru

Лекция 1. Введение

Семестр 6

кредиты

• Лекции	3
• Лабораторные работы	24 часа
• Практические занятия	16 часов
Всего аудиторных занятий	8 часов
	36 часов
• Самостоятельная (внеаудиторная) работа	48 часа
Общая трудоемкость	84 часа
• Итоговый контроль	Диф.Зачет

Лекция 1. Введение

Семестр 4 до ломки

- Лекции (2 ч. в неделю) 5(-1 (08/03/16))шт.
- Лабораторные работы 6 часов

Классификация средств измерений.

Косвенные однократные измерения.

Прямые многократные измерения.

Знакомство со стандартизацией.

- Итоговый рейтинг по ЛБ за семестр 20 баллов.

Лекция 1. Введение

Семестр 4 **после** ломки

- Практические работы 6 часов

Размерности и единицы измерения.

Правила записи результатов измерения.

Определение погрешностей косвенных измерений.

Классы точности средств измерений.

- Итоговый рейтинг по ПР 20 баллов.

Лекция 1. Введение

Семестр 4

- ЛБ 20 баллов
- Практические работы 20 баллов
- Контрольная работа (x2) 20 Баллов.

Метрология.

Подтверждение соответствия и стандартизация.

- Итоговый рейтинг 60 баллов.

Лекция 1. Введение

Семестр 4

Допуск к Зачету:

- **Наличие оценок у всех** ЛБ и ПР работ в электронном журнале ;
- При текущем рейтинге **более 33 баллов.**

Зачет:

Теоретическая часть (20 б.)

Тест + теоретические вопросы

Практическая часть (20 б.)

- Зачет при рейтинге от 22 баллов.

Лекция 1. Введение

Литература.

- **Практикум по метрологии стандартизации и сертификации. А.С. Спиридонова, Н.М. Наталинова.**
- **РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.**
- **50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений»**
- **ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения**



Метрология

Метрология (от греч. "метро" - мера и "логос" - учение) - это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Предмет метрологии - извлечение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью.

Объекты метрологии:

- измеряемая (физическая) величина;
- единица физической величины;
- измерение (физической величины);
- погрешность измерений;
- метод измерений;
- средство измерений.

Метрология (от греч. "метро" - мера и "логос" - учение) - это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Теоретическая метрология.

Разработка фундаментальных основ метрологии. Изучение фундаментальных вопросов теории измерений (основные понятия и термины; учение о физических величинах; теорию единства измерений; теорию построения средств измерений, теорию точности измерений)

Метрология (от греч. "метро" - мера и "логос" - учение) - это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Законодательная метрология.

Установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимой точности измерений.

Метрология (от греч. "метро" - мера и "логос" - учение) - это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

Прикладная метрология.

Изучение и решение вопросов применения теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности и качества измерений.

Метрология

Теоретическая метрология

-Разработка фундаментальных основ метрологии.

-Изучение фундаментальных вопросов теории измерений (основные понятия и термины; изучение о физических величинах; теорию единства измерений; построения средств измерений, теорию точности измерений)

Прикладная метрология

Изучение и решение вопросов применения теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности и качества измерений.

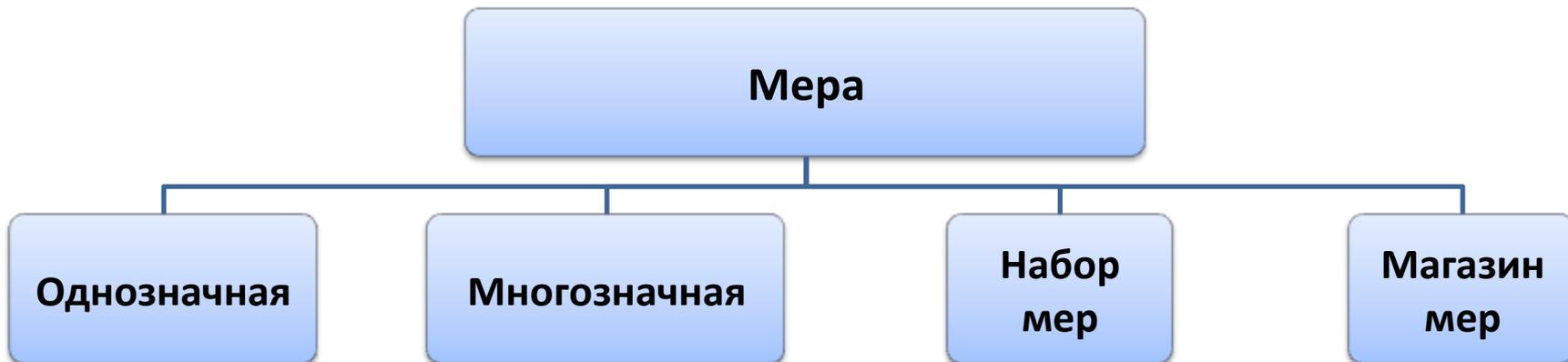
Законодательная метрология

Установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимой точности измерений.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Средство измерений (СИ) – техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

Средство измерения физической величины заданного размера, предназначенное для воспроизведения или.



- мера, воспроизводящая физическую величину одного размера (например, гиря 1 кг)



- мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров (например, штриховая мера длины);



- комплект мер разного размера одной и той же физической величины, предназначенных для применения на практике, как в отдельности, так и в различных сочетаниях (например, набор концевых мер длины)



- набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях (например, магазин электрических сопротивлений).



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

Измерительный прибор

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

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

Измерительный прибор

По способу индикации значений измеряемой величины

Показывающий измерительный прибор **Регистрирующий измерительный прибор**



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



Измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний.

Средство измерений, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

Измерительный преобразователь

Измерительные преобразователи не имеют устройств отображения измерительной информации, они или входят в состав измерительных приборов (установок), или применяются совместно с ними (например: делители напряжения, усилители, чувствительные элементы измерительных приборов, датчики).

Измерительные преобразователи самостоятельного применения не имеют, они являются составной частью измерительных устройств, т. е. применяются совместно с другими СИ. Преобразуемая величина называется входной, а результат преобразования – выходной величиной. Соотношение между ними задаётся *функцией преобразования*.

Измерительная установка

- совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенных для измерения одной или нескольких ФВ и расположенных в одном месте.

Измерительная система

-совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях.

В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на *измерительные, информационные, измерительные контролирующие, измерительные управляющие системы* и др.

Классификация СИ (по метрологическому назначению)

Эталоны

Рабочие СИ

Эталон единицы
физической величины
(эталон):

Рабочий эталон

Предназначено для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

- СИ (или комплекс СИ), 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.

- Эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений

Метрологические характеристики СИ (МХ СИ)

- характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений.

Метрологические характеристики

Нормируемые МХ

Устанавливаются нормативно-техническими документами,

Действительные МХ

определяются экспериментально

Группы метрологических характеристик СИ

характеристики, влияющие на результат измерения (определяющие область применения СИ)

характеристики, влияющие на точность измерения (погрешность СИ)

Основные метрологические характеристики, влияющие на результат измерений

Диапазон измерений средства измерений (диапазон измерений)

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

Номинальное значение меры

- значение величины, приписанное мере или партии мер при изготовлении

Действительное значение меры

- значение величины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки

Порог чувствительности средства измерений (порог чувствительности)

- характеристика СИ в виде наименьшего значения изменения физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерение данным СИ

Погрешность средства измерений

Абсолютный вид

Абсолютная погрешность

- погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Относительный вид

Относительная погрешность

- погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Приведенный вид

Приведенная погрешность

относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Погрешность средства измерений

Абсолютная погрешность

вычисляется, как разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины, по формуле :

$$\Delta = x - x_d$$

Относительная погрешность

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100\%,$$

где Δ - пределы допускаемой абсолютной погрешности;
 x - значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений.

Приведенная погрешность

Приведенная погрешность средства измерений определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_n} \cdot 100\%,$$

где Δ - пределы допускаемой абсолютной основной погрешности.
 x_n - нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ .

Класс точности средств измерений (класс точности)

- обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

ОБОЗНАЧЕНИЕ КЛАССОВ ТОЧНОСТИ В ДОКУМЕНТАЦИИ И НА СРЕДСТВАХ ИЗМЕРЕНИЙ

Формула для определения пределов допускаемой погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности	
		в документации	на средстве измерений
Абсолютная: $\Delta = \pm a$	При измерении постоянного тока $\Delta = \pm 0,7 \text{ А}$	Класс точности М	М
Абсолютная: $\Delta = (a + bx)$	При измерении линейно изменяющегося напряжения $\Delta = \pm (1 + 0,57x) \text{ мВ}$	Класс точности С	С
Приведенная $\gamma = \pm p$,	$\gamma = \pm 1,5 \%$	Класс точности 1,5	1,5
	$\gamma = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5
Относительная $\delta = \pm q$	$\delta = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5	0,5
Относительная $\delta = \pm \left[c + d \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01

Обозначение классов точности СИ в соответствии с ГОСТ 8.401 –80 «ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования». Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в таблице.

Условия эксплуатации (применения) СИ

Условия применения средств измерений задаются указанием значений величин внешних факторов, влияющих на работу данного средства. Для каждого средства измерения определяют обычно четыре области условий применения:

Нормальные условия – самые удобные для измерения. Нормальные условия устанавливаются ГОСТ 8.395–80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» и составляют: температура – (20 ± 5) °С или (293 ± 5) К, влажность – (65 ± 15) %, давление – (100 ± 4) кПа или (750 ± 30) мм рт. ст.;

Рабочие условия - условия при которых средство является пригодным для измерений;

Предельные условия, при которых средство не обязательно пригодно к измерению, но их кратковременное действие не выводит его из строя;

Условия хранения – условия, которые обеспечивают сохранность средства измерения в течение длительного времени. Независимо от рабочих условий они должны быть всегда более жесткими, чем предельные.

Условия эксплуатации (применения) СИ

Условия применения средств измерений задаются указанием значений величин внешних факторов, влияющих на работу данного средства. Для каждого средства измерения определяют обычно четыре области условий применения:

Погрешность средства измерений, соответствующая нормальным условиям применения средств измерений, называется *основной погрешностью*. Наибольшая основная погрешность средств измерений, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть признано годным и допущено к применению, называется *пределом допускаемой основной погрешности*.

Дополнительной погрешностью называется составляющая погрешности средства измерений, возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин (внешней температуры, влажности и т. п.) от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы, установленные для нормальных условий. При этом наибольшая дополнительная погрешность, вызываемая изменением влияющей величины в пределах «рабочей» области, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть допущено к применению, называется *пределом допускаемой дополнительной погрешности*.

Физические свойства и величины. Основные определения

Свойство - философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления или процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами.

Величина – свойство объекта, которое может быть выделено среди других свойств и оценено каким-либо способом, в том числе и количественно

Физической величиной (ФВ) называют одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

Физические свойства и величины.

Основные определения

Система величин – совокупность физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

Основная физическая величина – физическая величина, входящая в систему и условно принятая в качестве независимой.

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

Качественная характеристика физической величины

РАЗМЕРНОСТЬ - формальное отражение качественного различия измеряемых величин.

Обозначение - символ **dim**, от слова **dimension**

Размерность основных (для системы SI) величин:

- длины **dim $l = L$,**
- массы **dim $m = M$,**
- времени **dim $t = T$.**

Размерность \neq единица измерения

- длины **dim $l = L$, \neq м, км, мм, и т. д.**
- массы **dim $m = M$, \neq кг, г, т, и т. д.**
- времени **dim $t = T \neq$ с, час, и т. д.**

Качественная характеристика физической величины

РАЗМЕРНОСТЬ - формальное отражение качественного различия измеряемых величин.

Формула размерности : $\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\varepsilon N^\zeta J^\eta$

$F = ma$ $\dim F = MLT^{-2}$

где $\dim Q$ - размерность какой-либо физической величины Q ; L, M, T, I, Θ, N, J - размерности основных физических величин (длины, массы, времени, электрического тока, термодинамической температуры, количества вещества, силы света, соответственно) ; $\alpha, \beta, \gamma \dots$ - показатели размерности. Каждый из показателей размерности может быть положительным или отрицательным, целым или дробным числом, нулем.

НУЖНА:

- ✓ Для перевода единиц из одной системы в другую;
- ✓ Для проверки правильности расчетных теоретических формул
- ✓ При выявлении зависимости между величинами

Количественная характеристика физической величины

РАЗМЕР - количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению, процессу. Количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию физической величины.

Значение ФВ это выражение размера ФВ в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

Основное уравнение измерения:

$$Q = X [Q],$$

где Q - значение величины; X - числовое значение измеряемой величины в принятой единице; $[Q]$ - выбранная для измерения единица.

$$\begin{aligned} 1 \text{ кг} &= 1 \cdot \text{кг} \\ 1\,000 \text{ г} &= 1\,000 \cdot \text{г} \\ 0,001 \text{ т} &= 0,001 \cdot \text{т} \end{aligned} \quad =$$

Числовое значение физической величины зависит от принятых единиц измерения.



Размер не изменяется

Значения физических величин

(в зависимости от степени приближения к объективности)



Истинное значение физической величины - это значение, идеально отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта.

Действительное значение физической величины - это значение величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

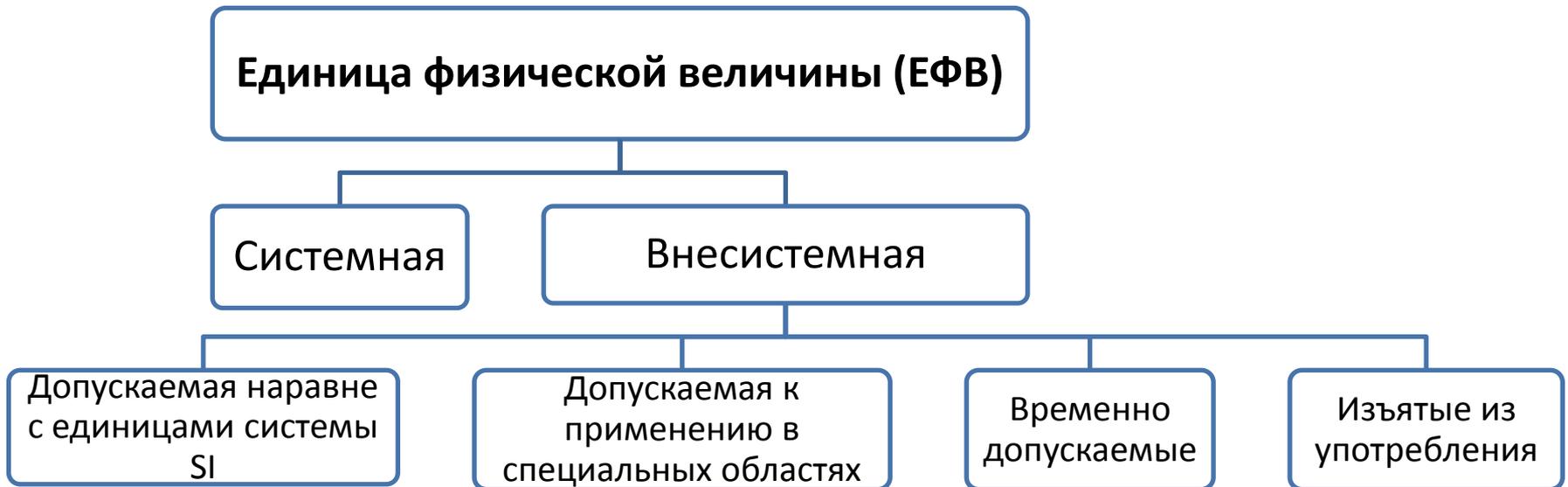
Единица физической величины (ЕФВ)

– физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

Размер ЕФВ устанавливается путем их законодательно закрепленного определения метрологическими органами государства.

Килограмм – единица массы, равная массе международного прототипа килограмма.

Система единиц – совокупность основных и производных единиц, используемых для измерений всех физических величин.



В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята **Международная система единиц (SI)**, которая в России применяется с 1 января 1963 г. Основные единицы системы SI : метр (L), килограмм (M), секунда (T), ампер (I), кельвин (Θ), кандела (J), моль (N).

Другие системы единиц и их основные единицы:

- Абсолютная система единиц СГС (сантиметр, грамм, секунда)
- Абсолютная практическая система МКСА (метр, килограмм, секунда, ампер)

Достоинства системы SI:

- универсальность – охват всех областей науки и техники;
- унификация единиц для всех областей и видов измерений (механических, тепловых, электрических, магнитных и т. д.);
- когерентность единиц – все производные единицы SI получаются из уравнений связи между величинами, в которых коэффициенты равны единице;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определениями;
- упрощение записи уравнений и формул в физике, химии, а также в технических расчетах в связи с отсутствием переводных коэффициентов;
- уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц, имеющих собственные наименования.

Международная система единиц (SI)

Основные величины и основные единицы физических величин

Величина			Единица величины		
наименование	обозначение	размерность (символ)	наименование	обозначение	
				русское	международное
Длина	l	L	метр	м	m
Масса	m	M	килограмм	кг	kg
Время	t	T	секунда	с	s
Сила электрического тока	i	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	T	Θ	кельвин	К	K
Сила света	J	J	кандела	кд	kd
Количество вещества	n	N	моль	моль	mol

Международная система единиц (SI)

Производные величины и производные единицы

Величина			Единица величины		
наименование	обозначение	размерность	наименование	обозначение	выражение производной единицы через основные
Частота	f	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила	F	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	P	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Работа	A	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность	N	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$

Международная система единиц (SI)

Для практических измерений наряду с основными и производными единицами, называемыми *главными*, введены также *кратные и дольные* единицы, которые обычно находятся в десятичном отношении к главной единице.

Кратные единицы			Дольные единицы		
Множитель, на который умножается единица	Приставка	Обозначение	Множитель, на который умножается единица	Приставка	Обозначение
10^{12}	терра	Т	10^{-2}	сантиметры	с
10^9	гига	Г	10^{-3}	милли	м
10^6	мега	М	10^{-6}	микро	мк
10^3	кило	к	10^{-9}	нано	н
10^2	гекто	г	10^{-12}	пико	п
10^1	дека	да	10^{-15}	фемто	ф
10^{-1}	деци	д	10^{-18}	атто	а

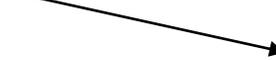
Правила написания наименований и обозначений единиц величин

1. Обозначения единиц, входящих в произведение, разделяются точками на средней линии, как знаками умножения, например, Н · м (ньютон-метр), А · м² (ампер-квадратный метр).
2. Для указания деления одних единиц на другие в качестве знака деления применяют косую черту (например, м/с). Допускается применение горизонтальной черты или обозначение единицы в виде произведения обозначений единиц, возведённых в положительные или отрицательные степени (например, м² · с⁻¹).
3. При применении косой черты произведение единиц в знаменателе следует заключать в скобки (например, Вт/(м · К)).
4. Не допускается в обозначении производной единицы применять более одной косой или горизонтальной черты. Например, обозначение единицы коэффициента теплообмена следует писать: В/(м² · К), или , или Вт · м⁻² · К⁻¹, но не Вт/м²/К.
5. Обозначения единиц по падежам и числам не изменяются, за исключением обозначения св. год, которое в родительном падеже множественного числа принимает форму св. лет.
6. Обозначение единиц следует применять только после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку). Между последней цифрой и обозначением единицы следует оставлять пробел: 51 м; 51 °С; 51 % (это последнее требование не распространяется на специальные обозначения для угловых единиц: 5°17'13").
7. При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы следует помещать после всех цифр (например, 423,06 м; 43,25 с).
8. При указании значений величин с предельными отклонениями обозначение единицы следует приводить после каждого значения (например, 20 °С ± 5 °С) или же заключать числовые значения в скобки, а обозначение единицы ставить после них: (5±1) г. При перечислении же нескольких значений обозначение ставят после последней цифры: 4, 6, 8 м/с.
9. Допускается применять обозначения единиц самостоятельно (без численных значений) в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц и выводов, а также в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещение обозначений единиц в строку с формулами, выражающими зависимости между величинами, не допускается.

Эталон - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи размера другим средствам измерений данной величины, выполненное и утвержденное в установленном порядке

Классификация эталонов

Эталон



Первичный

эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране точностью

Государственный

официально утвержденный в качестве исходного для страны первичный эталон



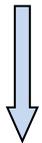
Вторичный

эталон, получающий размер единицы путем сличения с первичным эталоном

Специальный

Воспроизводит единицу в особых условиях и заменяет при этих условиях первичный эталон

рабочие
эталон
(разряды -
1,2,3,4)



Рабочие
средства
измерения
(РСИ)



Эталон - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи размера другим средствам измерений данной величины, выполненное и утвержденное в установленном порядке

Классификация эталонов

Эталон



Первичный

Вторичный



Государственный

Специальный

Рабочие
эталон
(разряды –
1,2,3,4)

Основные требования к первичному эталону:

Неизменность - способность удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени;

Воспроизводимость - воспроизведение единицы с наименьшей погрешностью для данного уровня развития измерительной техники);

Сличаемость - способность не претерпевать изменений и не вносить каких-либо искажений при проведении сличений.



Рабочие
средства
измерения
(РСИ)

СИСТЕМА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЕДИНИЦ ВЕЛИЧИН

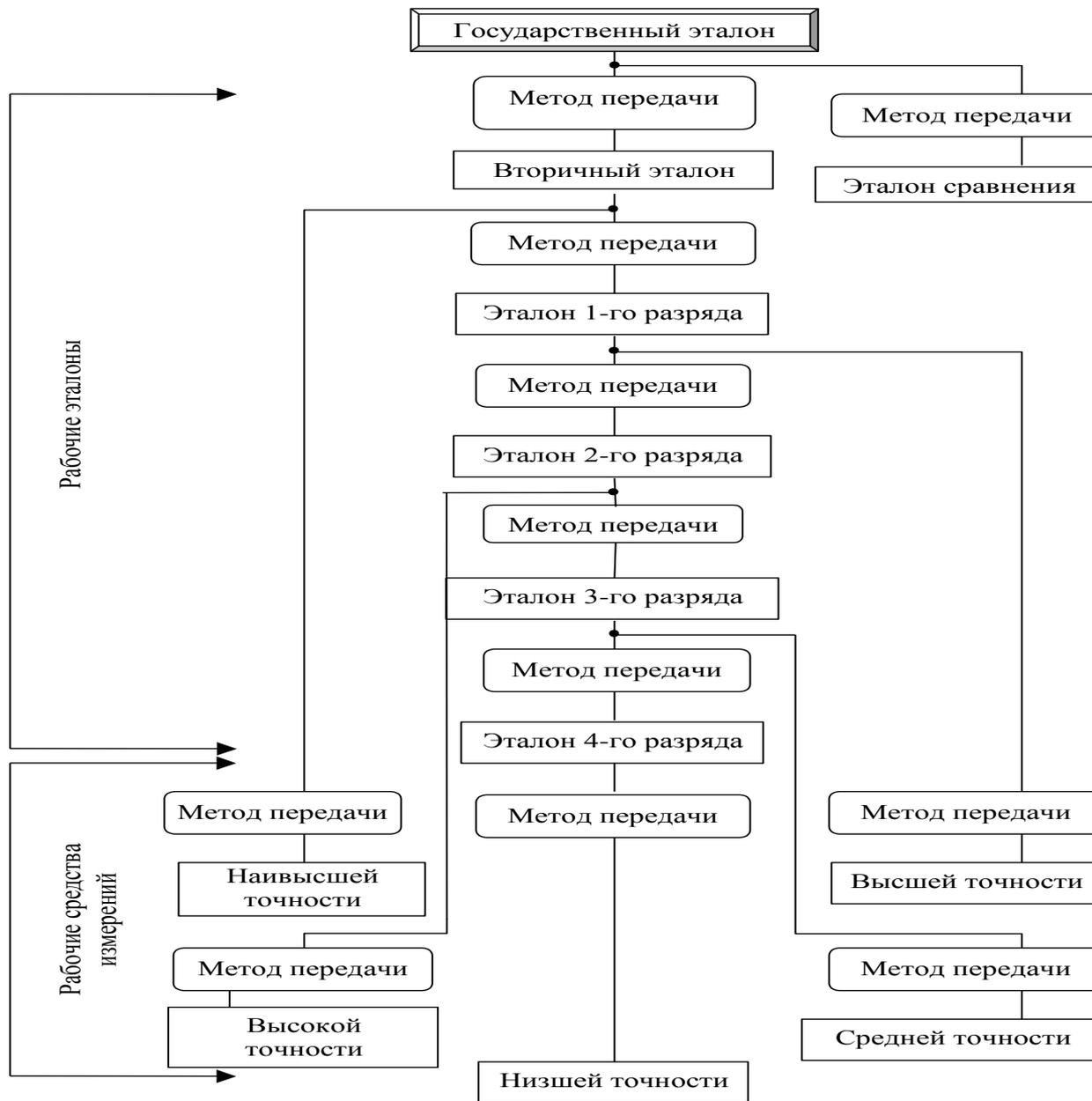
Размер единицы передается "сверху вниз", от более точных СИ к менее точным "по цепочке":

первичный эталон - вторичный эталон - рабочий эталон 0-го разряда - рабочий эталон 1-го разряда... - рабочее средство измерений.

Воспроизведение единицы физической величины – это совокупность операций по материализации единицы физической величины с помощью государственного первичного эталона. Воспроизведение ЕФВ осуществляется в соответствии с ГОСТ 8.057-80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения».

Передача размера единиц – это приведение размера единицы физической величины, хранимой проверяемым средством измерений к размеру единицы, воспроизводимой или хранимой эталоном, осуществляемое при их поверке (калибровке)

Поверочная схема – это утвержденный в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам.

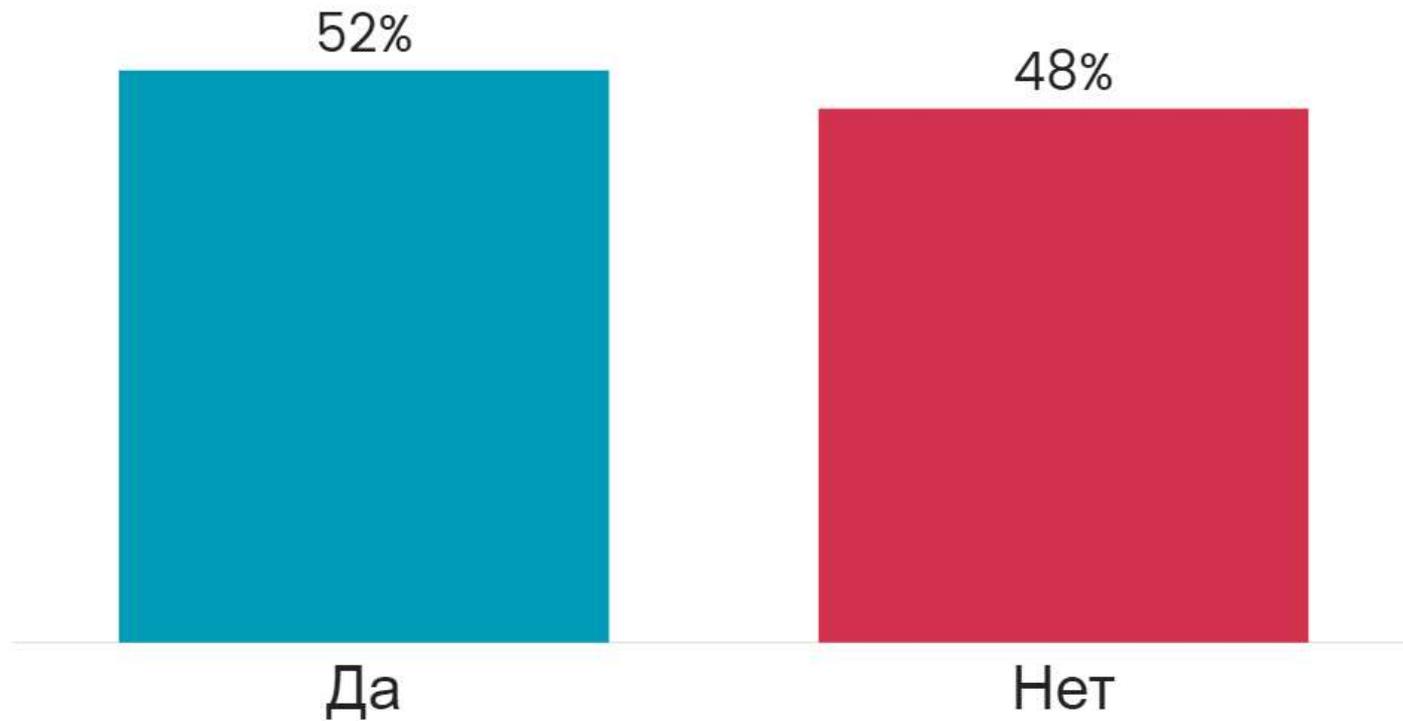


Государственная поверочная схема

Voting is closed [Open voting](#)

Mentimeter

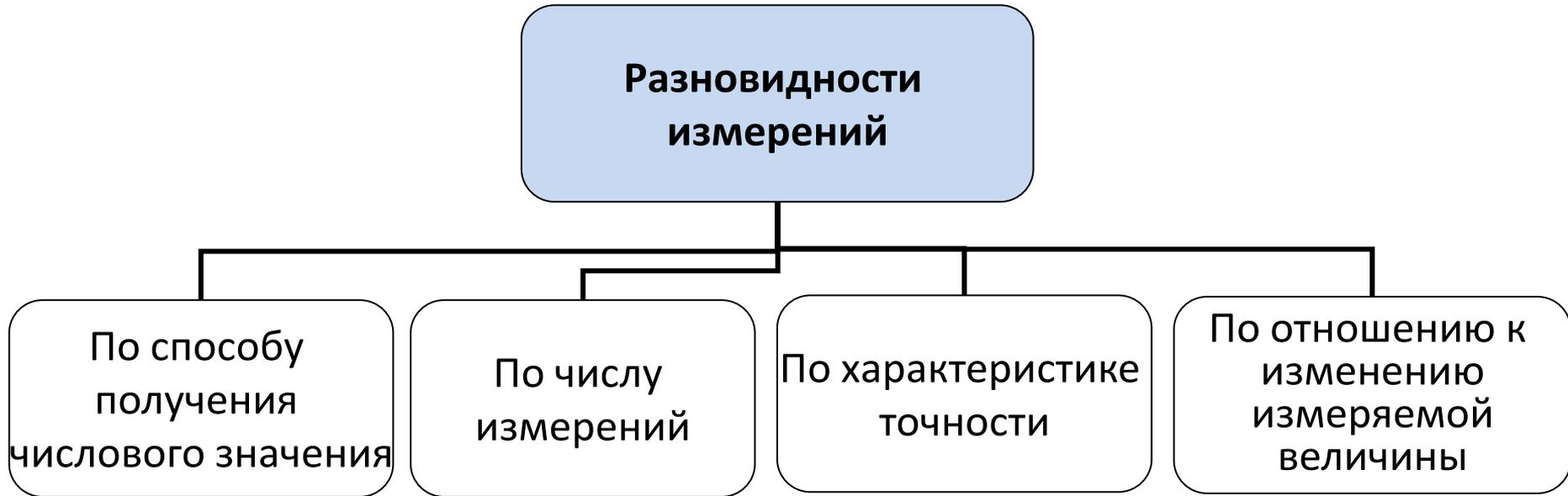
Является ли попугай из мультфильма 38 попугаев
СРЕДСТВОМ ИЗМЕРЕНИЯ?

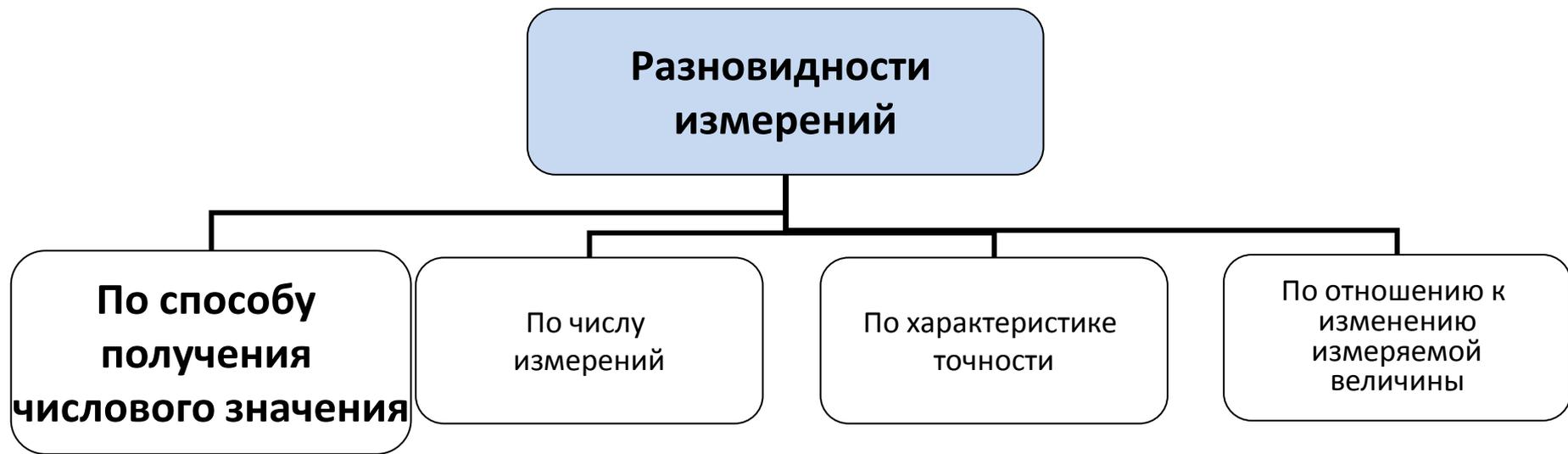


29

Измерение физических величин

– это совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу ФВ, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получения значения этой величины.





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

- **Совместные**
(производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними).

- **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)

Разновидности измерений

По способу получения числового значения

- **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)

По числу измерений

- **Однократные**

(измерение, выполненное один раз)

- **Многократные**

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

По характеристике точности

По отношению к изменению измеряемой величины

Разновидности измерений

По способу получения числового значения

- **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)

По числу измерений

- **Однократные**
(измерение, выполненное один раз)
- **Многократные**
(измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений)

По характеристике точности

- **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)

По отношению к изменению измеряемой величины

Разновидности измерений

по способу получения числового значения

- **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)

по числу измерений

- **однократные**
(измерение, выполненное один раз)
- **многократные**
(измерение ФВ одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений)

по характеристике точности

- **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)

По отношению к изменению измеряемой величины

- **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)

Методы измерений

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенные в основу измерений.

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

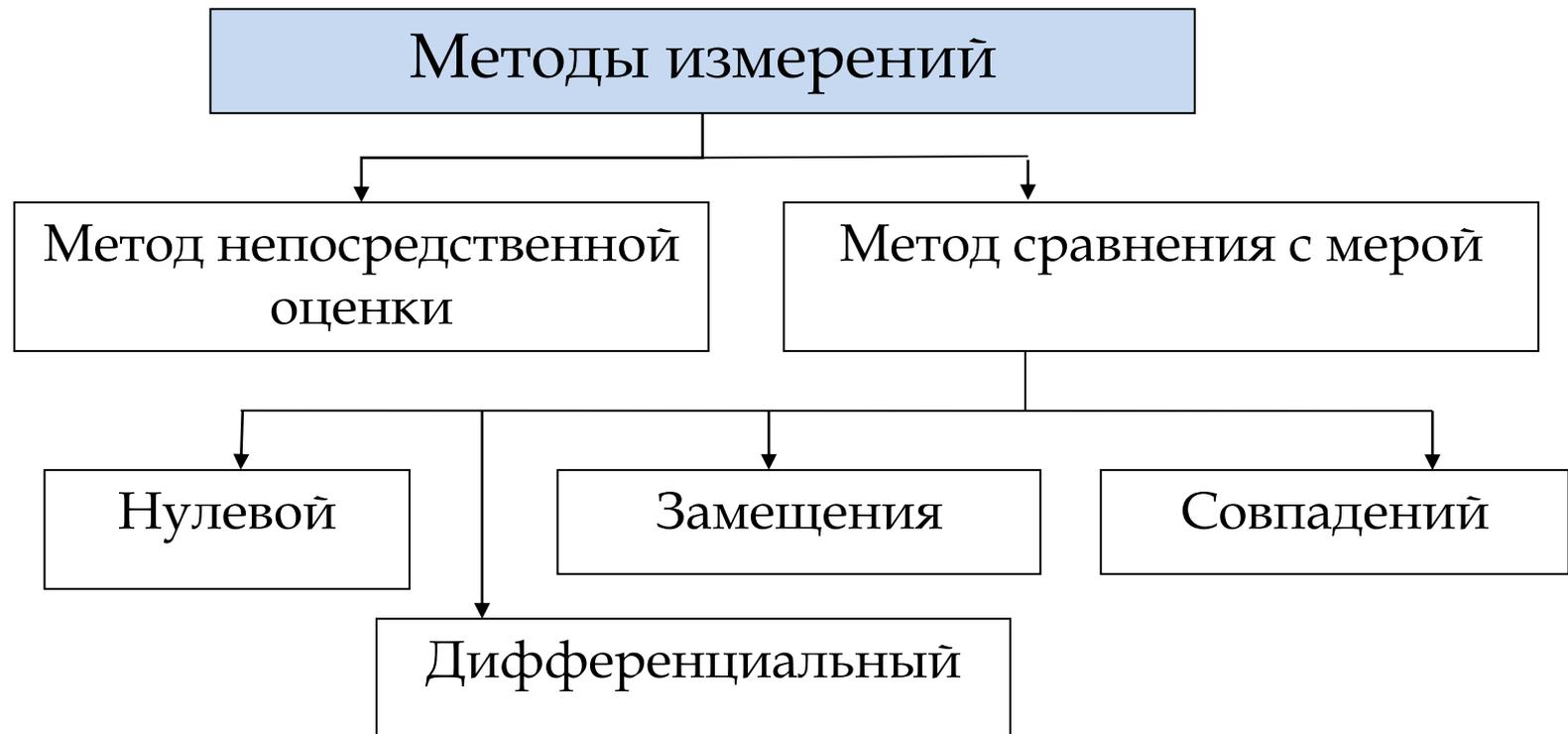
Метод непосредственной оценки - это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия.

Метод сравнения с мерой - это такой метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Метод сравнения с мерой имеет разновидности, которые часто рассматриваются как самостоятельные методы измерений: *нулевой, дифференциальный, метод замещения* и *метод совпадений*.

Методы измерений

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенные в основу измерений.

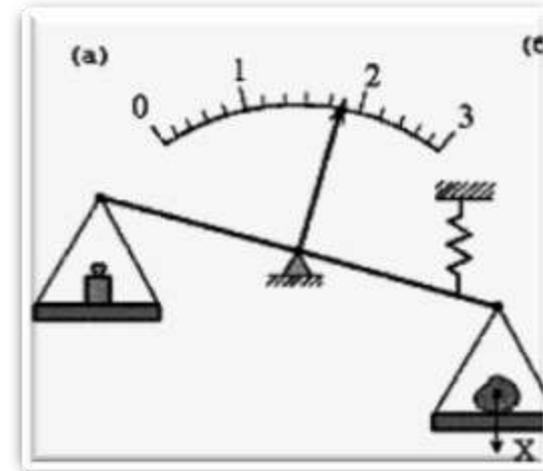
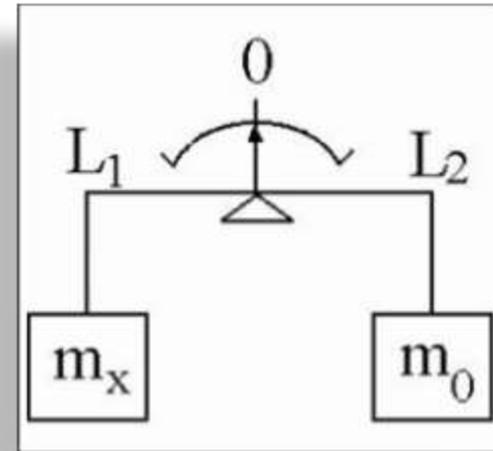
Метод измерений – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



Группа методов сравнения с мерой

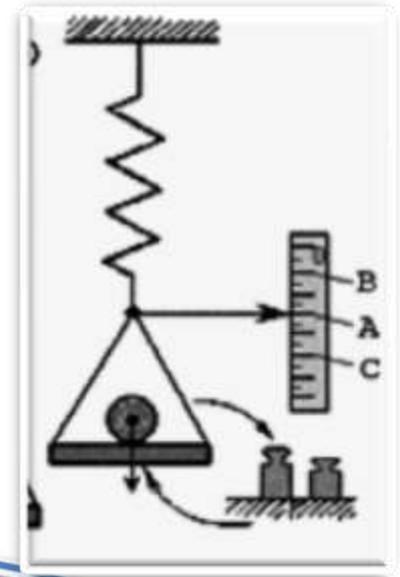
Нулевой метод измерения – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и встречного воздействия меры на сравнивающее устройство сводят к нулю. Значение измеряемой величины принимается равным значению меры.

При *дифференциальном методе* измерения полное уравнивание не производят, а разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, отсчитывается по шкале прибора.

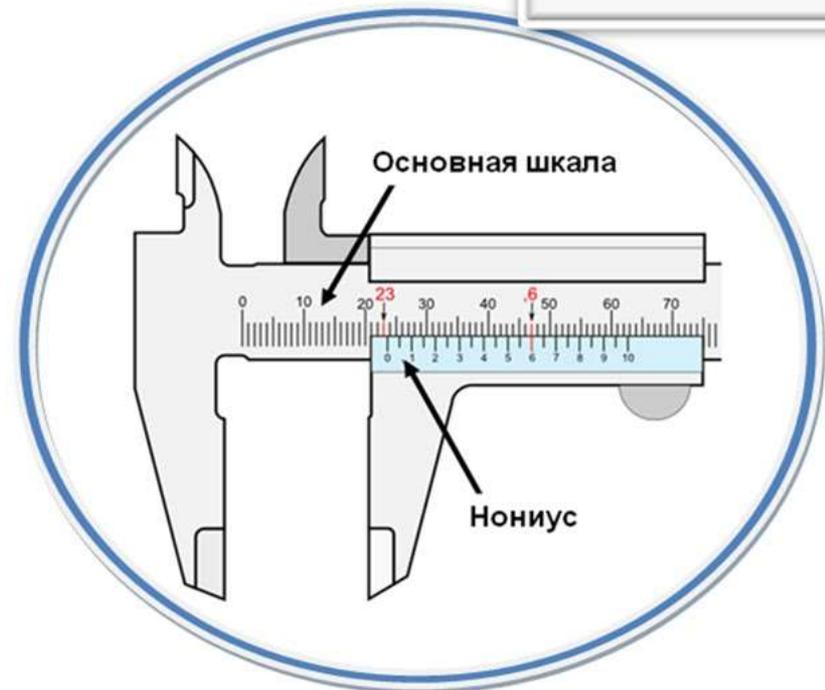


Группа методов сравнения с мерой

Метод замещения – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают некоторой известной величиной, воспроизводимой мерой.



В **методе совпадений** разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов.



Классификация погрешностей результата измерения

По способу числового выражения

Абсолютная погрешность измерения (Δ) представляет собой разность между измеренной величиной и действительным значением этой величины

$$\Delta = x_{\text{изм}} - x_{\text{д}}$$

Относительная погрешность измерения (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \quad \text{или} \quad \delta = \pm \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \cdot 100\%$$

Классификация погрешностей

По способу числового выражения

Абсолютная погрешность (Δ) представляет собой разность между измеренной величиной и действительным значением этой величины

$$\Delta = x_{\text{изм}} - x_{\text{д}}$$

Относительная погрешность (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \quad \text{или} \quad \delta = \pm \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \cdot 100\%$$

Классификация погрешностей

По характеру проявления

Систематическая погрешность (Δ_c) – это составляющая погрешности, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Случайная погрешность измерения ($\Delta_{\text{сл}}$) – составляющая погрешности, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Грубые погрешности (промахи) возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений, например, внезапное падение напряжения в сети электропитания.

В процессе измерения оба вида погрешностей проявляются одновременно, и погрешность измерения можно представить в виде суммы:

$$\Delta = \Delta_c + \Delta_{\text{сл}}$$

Классификация погрешностей

По источнику возникновения погрешности

Погрешности метода – это погрешности, обусловленные несовершенством метода измерений, приемами использования средств измерения, некорректностью расчетных формул и округления результатов, проистекающие от ошибочности или недостаточной разработки принятой теории метода измерений в целом или от допущенных упрощений при проведении измерений.

Инструментальные составляющие погрешности – это погрешности, зависящие от погрешностей применяемых средств измерений. Исследование инструментальных погрешностей является предметом специальной дисциплины - теории точности измерительных устройств.

Субъективные составляющие погрешности - это погрешности, обусловленные индивидуальными особенностями наблюдателя. Такого рода погрешности вызываются, например, запаздыванием или опережением при регистрации сигнала, неправильным отсчетом десятых долей деления шкалы, асимметрией, возникающей при установке штриха посередине между двумя рисками и т.д.

Характеристики погрешности измерений

Характеристики погрешности, формы их представления определяют методические указания МИ 1317–2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров».

Используемые характеристики погрешности измерений могут быть разделены на следующие **группы**:

нормы характеристик погрешностей измерений, задаваемые в качестве требуемых или допускаемых значений

приписанные характеристики погрешности измерений.

приписываемые любому результату измерений из совокупности результатов измерений, выполняемых по одной и той же аттестованной МВИ

статистические оценки характеристик погрешностей измерений.

отражающие близость отдельного, экспериментально полученного результата измерений к истинному значению измеряемой величины

Характеристики погрешности измерений

Область применения характеристик:

нормы характеристик погрешностей измерений.

задаваемые в качестве требуемых или допускаемых значений

применяются при массовых технических измерениях, выполняемых при технологической подготовке производства, в процессе производства, эксплуатации (потреблении) продукции, при товарообмене, торговле и др.

применяются для измерений, выполняемых при проведении научных исследований и метрологических работ (метрологическое исследование, определение физических констант, свойств и состава стандартных образцов и др.).

приписанные характеристики погрешности измерений.

приписываемые любому результату измерений из совокупности результатов измерений, выполняемых по одной и той же аттестованной МВИ

статистические оценки

характеристик погрешностей измерений.

отражающие близость отдельного, экспериментально полученного результата измерений к истинному значению измеряемой величины

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Этапы:

I. Подготовка к измерениям

При подготовке к выполнению измерения следует максимально возможно исключить источники и причины, которые могут вызвать появление погрешностей.

Под устранением источников погрешностей следует понимать как непосредственное его удаление (например, удаление источника тепла, вибрации и т. п.), так и защиту средств измерений и объекта измерений от влияния этих источников. Инструментальные погрешности, присущие данному экземпляру средства измерений, могут быть устранены до начала проведения измерений путем регулировки или ремонта, необходимость в которых устанавливается при поверке. Отсюда вытекает очень важное правило: проводить измерения можно только средствами измерений, прошедшими поверку или калибровку.

II. Проведение измерений

При выполнении измерения следует предусмотреть специальные приемы проведения измерений с тем, чтобы устранить известные систематические погрешности.

Методы устранения систематически погрешностей: метод компенсации погрешности по знаку, метод замещения, метод рандомизации и т. д.

III. Обработка результатов наблюдений

Полученные при измерениях результаты подлежат обработке по соответствующим статистическим правилам.

Способ обработки экспериментальных данных зависит от вида измерений (прямые, косвенные, совместные и совокупные), числа наблюдений (однократные или многократные), равнозначности.

Косвенные измерения → МИ 2083-90

Прямые: →

- многократные измерения; → ГОСТ 8.207-76

- однократные измерения → Р50.2.038-2004

IV. Запись результатов и характеристик их погрешностей

В соответствии МИ 1317-2004. Результаты и характеристики погрешностей измерений.

Формы представления. Способы использования при испытании образцов продукции и контроля их параметров.

Порядок обработки результатов прямых однократных измерений

Прямые однократные обусловлены следующими факторами:

- необратимые изменения объекта измерения при проведении измерений;
- отсутствие возможности повторных измерений;
- экономическая целесообразность.

При однократных измерениях для получения результата используют одно значение отсчета показаний прибора (одно **наблюдение**).

Порядок обработки прямых однократных измерений

Условия выполнения однократных измерений:

- Наличие наиболее полной априорной информации об объекте измерений;
- Метод измерения не вызывает сомнений, а его погрешности заранее устранены, либо оценены;
- Средства измерений исправны, а их метрологические характеристики соответствуют установленным нормам.

Обработка результатов однократного измерения производится в соответствии с

Р 50.2.038-2004. Рекомендации по метрологии. ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.

При обработке необходимо выявить и оценить **систематические** и **случайные** составляющие погрешности.

Систематическая погрешность при однократном измерении складывается из следующих составляющих:

- Погрешность СИ (основная и дополнительная);
- Погрешность метода;
- Погрешность Оператора.

Систематические составляющие погрешности.

Основную и дополнительную погрешности СИ оценивают по паспорту прибора.

Методическую погрешность оценивают и максимально уменьшают путем анализа метода измерения.

Погрешность оператора уменьшают путем подбора соответствующего персонала.

После исключения из результата наблюдения всех известных систематических погрешностей погрешность исправленного результата состоит из **неисключенных остатков систематических погрешностей** (НСП) и случайных составляющих погрешностей (СКО).

Законы распределения случайных составляющих при однократном измерении неизвестны.

В качестве **границ составляющих НСП** принимают пределы основной и дополнительной погрешностей СИ, которое применено **при поверке данного СИ в качестве рабочего эталона**.

Если НСП оценены своими границами $\pm \theta$, то доверительные границы суммарной НСП находят по формуле:

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}$$

где k - поправочный коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью и числом m составляющих θ_j .

При доверительной вероятности $P = 0,95$ поправочный коэффициент k принимают равным 1,1. При доверительной вероятности $P = 0,99$ поправочный коэффициент k принимают равным 1,45, если число суммируемых составляющих $m > 4$. Если же число составляющих равно четырем ($m = 4$), то поправочный коэффициент $k \approx 1,4$; при $m = 3$ $k \approx 1,3$; при $m = 2$ $k \approx 1,2$. Более точное значение k для доверительной вероятности $P = 0,99$ при числе составляющих $m \notin 4$ в зависимости от соотношения составляющих l определяют по графику [$k = f(m, l)$] в соответствии с требованиями [ГОСТ 8.207](#).

Случайные составляющие погрешностей могут быть заданы

- **стандартными отклонениями** $S_i(x)$, полученными предварительно по результатам многократных наблюдений,
- либо **доверительными границами** Δx_i .

В первом случае доверительные границы результирующей случайной погрешности определяют по формуле:

$$\varepsilon = t \sqrt{\sum_{i=1}^m S_i(x)^2}$$

где $S_i(x)$ – оценка стандартного отклонения i -й составляющей;

t – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности и числа m наблюдений;

В качестве t часто берут коэффициент Стьюдента, соответствующий оценке составляющей, вычисленной по наименьшему числу наблюдений.

Во втором случае доверительные границы случайной погрешности результата измерения вычисляют по формуле:

$$\varepsilon = t \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta x_i^2}.$$

В случае необходимости суммирование параметров систематических и случайных погрешностей проводят по формуле:

$$\Delta = \frac{tS(\bar{x}) + \theta}{S(\bar{x}) + \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2}} S_{\Sigma}$$

Результат однократного измерения записывают в форме $X_{\text{испр}} \pm \varepsilon$.

На практике часто имеют место прямые однократные измерения с **приближенным оцениванием погрешности**, которое проводят на основе метрологических характеристик используемых средств измерений.

Прямые однократные измерения с приближенным оцениванием погрешности правомочны, если доказана возможность пренебречь случайной составляющей погрешности измерения, т.е. когда стандартное отклонение $S(\bar{x})$ меньше одной восьмой суммарной границы НСП θ результата измерения, т.е. если $\theta > 8S(\bar{x})$.

В простейшем случае, когда измерение проводят в нормальных условиях, погрешность прямого однократного измерения равна пределу основной погрешности средства измерения $\Delta_{СИ}$.

Результат измерения записывают в виде $x \pm \Delta_{СИ}$. Доверительная вероятность в этом случае, как правило, принимается равной 0,95.

x_i Порядок обработки результатов косвенных однократных измерений

- Косвенные измерения

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

Искомое значение физической величины y находят на основании результатов измерений аргументов $x_1, \dots, x_i, \dots, x_m$, связанных с искомой величиной уравнением:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Поскольку каждый из аргументов является результатом прямого измерения, то задача оценивания погрешности результата сводится к суммированию погрешностей прямых измерений аргументов.

Вклад отдельных погрешностей измерения аргументов в погрешность результата зависит от вида функции.

Косвенные измерения делят на **линейные** и **нелинейные**.

При **линейных косвенных измерениях** уравнение измерений (*) имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^m b_i \cdot x_i ,$$

где b_i – постоянные коэффициенты при аргументах x_i .

Любые другие виды функциональной зависимости (*) относят к **нелинейным косвенным** измерениям.

Линейные косвенные измерения

При малом числе аргументов (**меньше пяти**) простая оценка погрешности результата Δy получается простым (**алгебраическим**) суммированием предельных погрешностей (без учета знака), т.е. подстановкой границ $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_m$ в выражение:

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_m .$$

Однако эта оценка является завышенной, т.к. предполагает, что погрешности измерения всех аргументов одновременно имеют максимальное значение и совпадают по знаку. Вероятность такого совпадения практически равна нулю.

Для нахождения более реалистичной оценки переходят к **статистическому (геометрическому) суммированию** погрешностей аргументов по формуле:

$$\Delta y = k \sqrt{\sum_{i=1}^m b_i^2 \cdot \Delta x_i^2},$$

где k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью ($P = 0,9$ при $k = 0,95$;
 $P = 0,95$ при $k = 1,1$;
 $P = 0,99$ при $k = 1,4$).

Нелинейные косвенные измерения

Характеризуются тем, что результаты измерений аргументов подвергаются функциональным преобразованиям.

В основе приближенного оценивания погрешности нелинейных косвенных измерений лежит **линеаризация функции** (*), а дальнейшая обработка проводится как при линейных косвенных измерениях.

Метод линеаризации состоит в том, что нелинейная функция, связывающая измеряемую величину с аргументами, разлагается в **ряд Тейлора**:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) = f(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i + R,$$

где $\partial f / \partial x_i$ – первая частная производная от функции f по аргументу x_i (чувствительность), вычисленная в точке $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m$;

$\Delta x_i = x_i - \tilde{x}_i$ – отклонение;

$R = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^m \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \Delta x_i \Delta x_j$ – остаточный член ряда.



Брук Тэйлор (Brook Taylor, 1685-1731)

Метод линеаризации применим, если остаточным членом ряда можно пренебречь. Это возможно при условии

$$R < 0,8 \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 S(\tilde{x}_i)^2},$$

где $S(\tilde{x}_i)$ – СКО случайной погрешности результата измерений аргумента x_i .

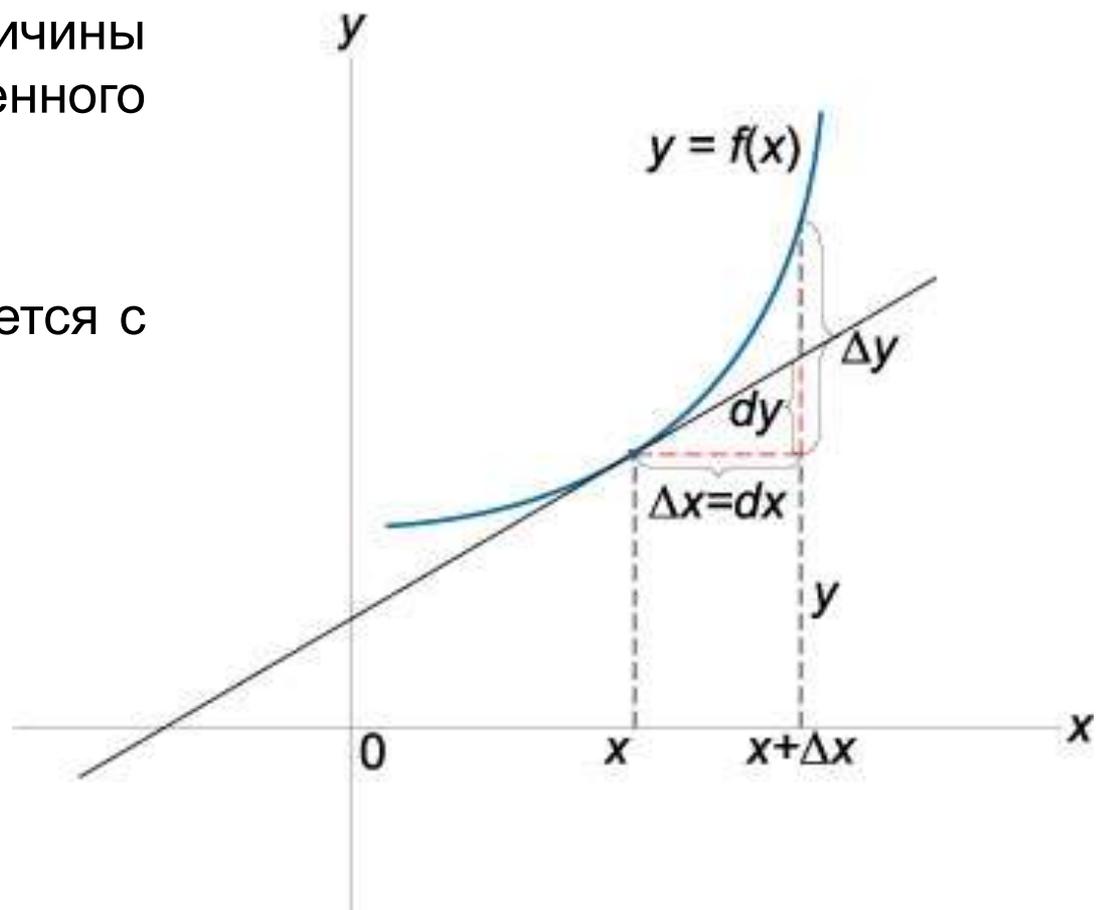
Искомое значение физической величины y находят на основании результатов прямого измерения x , связанного с искомой величиной уравнением:

$$y = f(x)$$

При прямом измерении величины X есть результат косвенного измерения Y

При этом, результат X получается с известной погрешностью Δx

$$\Delta y \approx \Delta x - ?$$



Запишем выражение для полного дифференциала функции y через частные производные по аргументам x_i :

$$dy = \frac{\partial f}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} dx_n .$$

По определению полный дифференциал функции – это приращение функции, вызванное малыми приращениями её аргументов.

Учитывая, что погрешности измерения аргументов всегда являются малыми величинами по сравнению с номинальными значениями аргументов, можно заменить дифференциалы аргументов dx_i на погрешность измерений Δx_i , а дифференциал функции dy на погрешность результата измерения Δy :

$$\Delta y = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta x_n .$$

При определении частной производной все остальные аргументы функции f (кроме x_i) следует считать постоянными. Слагаемое $\Delta y_1 = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1$ соответствует

погрешности, вносимой в полную погрешность Δy неточностью измерения только величины x_1 (в предположении, что все остальные величины x_2, \dots, x_n измерены без погрешностей). Аналогичный смысл имеют все остальные слагаемые. Таким образом, оценить **абсолютную погрешность** величины y при косвенных измерениях можно по формуле

$$\Delta y = |\Delta y_1| + |\Delta y_2| + \dots + |\Delta y_m|,$$

где

$$\Delta y_1 = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1, \quad \Delta y_2 = \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2, \quad \dots, \quad \Delta y_m = \frac{\partial f}{\partial x_m} \Delta x_m.$$

Для того чтобы определить **относительную погрешность** δy , разделим Δy на y и примем во внимание, что выражение $\frac{1}{y} \frac{\partial f}{\partial x}$ удобно преобразовать в $\frac{\partial \ln f}{\partial x}$.

Тогда

$$\begin{aligned} \delta y = \frac{\Delta y}{y} &= \left| \frac{1}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_1} \cdot \Delta x_1 \right| + \left| \frac{1}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_2} \cdot \Delta x_2 \right| + \dots + \left| \frac{1}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_m} \cdot \Delta x_m \right| = \\ &= \left| \frac{\partial \ln f}{\partial x_1} \Delta x_1 \right| + \left| \frac{\partial \ln f}{\partial x_2} \Delta x_2 \right| + \dots + \left| \frac{\partial \ln f}{\partial x_m} \Delta x_m \right| \end{aligned}$$

Вычисления по приведенным выше формулам могут представлять определенные трудности в том случае, если функция f сложна, но они существенно упрощаются для простейших функций.

Так, если

$$y = x_1 + x_2 + \dots + x_m,$$

то все частные производные $\frac{\partial f}{\partial x_i}$ равны 1 и

$$\Delta y = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_m.$$

То есть абсолютная погрешность суммы аргументов равна сумме абсолютных погрешностей слагаемых.

Если

$$y = x_1 x_2 \dots x_m,$$

то после логарифмирования получаем

$$\ln y = \ln x_1 + \ln x_2 + \dots + \ln x_m,$$

а после дифференцирования

$$\frac{dy}{y} = \frac{dx_1}{x_1} + \frac{dx_2}{x_2} + \dots + \frac{dx_m}{x_m}$$

Замена дифференциалов dx_i на Δx_i дает:

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x_1}{x_1} + \frac{\Delta x_2}{x_2} + \dots + \frac{\Delta x_m}{x_m}$$

или $\delta y = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_m$.

То есть относительная погрешность произведения аргументов равна сумме относительных погрешностей слагаемых.

Вообще, если функция выражается в виде произведения:

$$y = x_1^\alpha x_2^\beta \dots x_m^\gamma,$$

где α , β , γ – положительные или отрицательные известные константы, то логарифмирование с последующим дифференцированием дает

$$\ln y = \alpha \ln x_1 + \beta \ln x_2 + \dots + \gamma \ln x_m,$$

$$\delta y = \frac{\Delta y}{y} = \alpha \frac{\Delta x_1}{x_1} + \beta \frac{\Delta x_2}{x_2} + \dots + \gamma \frac{\Delta x_m}{x_m} = \alpha \delta_1 + \beta \delta_2 + \dots + \gamma \delta_m.$$

То есть чувствительности к изменению погрешностей x_i равны показателям соответствующих степеней.

	$y = f(x_1, x_2)$	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
1	$x_1 + x_2$	$ \Delta x_1 + \Delta x_2 $	$\frac{ \Delta x_1 + \Delta x_2 }{x_1 + x_2}$
2	$x_1 - x_2$	$ \Delta x_1 + \Delta x_2 $	$\frac{ \Delta x_1 + \Delta x_2 }{x_1 - x_2}$
3	$x_1 \cdot x_2$	$ x_1 \cdot \Delta x_2 + x_2 \cdot \Delta x_1 $	$\left \frac{\Delta x_1}{x_1} \right + \left \frac{\Delta x_2}{x_2} \right = \delta_1 + \delta_2$
4	$\frac{x_1}{x_2}$	$\frac{ x_1 \cdot \Delta x_2 + x_2 \cdot \Delta x_1 }{x_2^2}$	$\left \frac{\Delta x_1}{x_1} \right + \left \frac{\Delta x_2}{x_2} \right = \delta_1 + \delta_2$
5	x^p	$ px^{p-1}\Delta x $	$p \left \frac{\Delta x}{x} \right = p\delta$
6	$\sqrt[p]{x}$	$\left \frac{1}{p} x^{\frac{1}{p}-1} \Delta x \right $	$\frac{1}{p} \left \frac{\Delta x}{x} \right = \frac{\delta}{p}$

Пример.

Рассмотрим вычисление погрешности при расчете по формуле

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Удобнее всего провести его по следующей схеме. Обозначим

$$s_1 = v_0 t \quad \text{и} \quad s_2 = \frac{at^2}{2},$$

где s_1 , s_2 , v_0 , t , a – значения измеренных величин.

$$s = s_1 + s_2 \qquad \Delta s = |\Delta s_1| + |\Delta s_2|$$

Пример.

Тогда

$$s_1 = v_0 t \quad \delta_1 = \frac{\Delta s_1}{s_1} = \left| \frac{\Delta v_0}{v_0} \right| + \left| \frac{\Delta t}{t} \right| = \delta_v + \delta_t;$$

$$s_2 = \frac{at^2}{2} \quad \delta_2 = \frac{\Delta s_2}{s_2} = \left| \frac{\Delta a}{a} \right| + \left| \frac{2\Delta t}{t} \right| = \delta_a + 2\delta_t;$$

$$\Delta s_1 = \delta_1 s_1 = v_0 t (\delta_v + \delta_t); \quad \Delta s_2 = \delta_2 s_2 = \frac{at^2}{2} (\delta_a + 2\delta_t)$$

и, наконец,

$$\Delta s = |\Delta s_1| + |\Delta s_2|$$
$$\delta = \frac{\Delta s}{s} = \frac{|\Delta s_1| + |\Delta s_2|}{s_1 + s_2} .$$

**Учет
погрешности
иррациональных
констант**

Если в расчетную формулу для u входят, наряду с измеренными величинами, **табличные данные или справочные константы**, то при вычислении погрешности Δu следует учитывать и их погрешности. Если их погрешность не указана специально, то обычно считается, что она **не превышает половины младшего разряда**.

Например, для ускорения свободного падения

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2 \quad \Delta g = 0,05 \text{ м/с}^2,$$

а для

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \quad \Delta g = 0,005 \text{ м/с}^2.$$

Пример.

Пусть необходимо определить длину внешней окружности вала путем измерения диаметра вала с последующим вычислением длины окружности по формуле

$$L = \pi D.$$

Погрешность измерения должна быть не более 0,2 %. Требуется выбрать средство и метод измерения, обеспечивающие заданную точность.

Решение.

Для определения длины окружности вала предложено использовать **рычажную скобу** с отсчетным устройством типа СР, паспортная погрешность которой равна $\pm 0,002$ мм. Измеренный диаметр вала равен $D = 1,278$ мм.

Пусть значение $\pi = 3,14$. В предположении, что последующие знаки в числе π неизвестны, погрешность его следует оценить значением $0,005$. Тогда погрешность измерения длины окружности равна

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta D}{D} = \frac{0,005}{3,14} + \frac{0,002}{1,278} = 0,0016 + 0,0016 = 0,0032 = 0,32\%.$$

Это значение значительно превышает допустимое, равное $0,2\%$.



Чтобы уменьшить погрешность измерения L , нужно уменьшать ее составляющие погрешности. Уменьшить погрешность измерения диаметра проблематично, так как для этого потребовалось бы использовать сложное дорогостоящее оборудование.

Воспользуемся тем, что значение π можно записать как 3,142. В этом случае его погрешность следует принять равной 0,0005. Тогда погрешность измерения L будет:

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta D}{D} = \frac{0,0005}{3,142} + \frac{0,002}{1,278} = 0,00016 + 0,0016 = 0,00176 \approx 0,2\%,$$

что соответствует требованиям поставленной задачи.

Пример.

Измерения ребер прямоугольного параллелепипеда дали результат:

$$x = (50,0 \pm 0,5) \text{ мм}$$

$$y = (10,0 \pm 0,5) \text{ мм}$$

$$z = (40,0 \pm 0,5) \text{ мм}$$

Чему равен объем детали?

**Порядок
обработки
прямых многократных
измерений**

Обработка результатов наблюдений в соответствии с **ГОСТ 8.207-76 ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.**

производится в следующем порядке:

1. Путем введения поправок **исключают известные систематические погрешности** из результатов наблюдений:

- погрешности метода,
- погрешности средств измерений (например, выражаемые пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, если их случайные составляющие пренебрежимо малы) и
- погрешности, вызванные другими источниками.

2. Вычисляют среднее арифметическое

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

исправленных результатов наблюдений, принимая его за оценку истинного значения измеряемой величины.

3. Вычисляют оценку

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

среднеквадратического отклонения *результатов наблюдений* и оценку

$$S(\bar{x}) = S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

среднеквадратического отклонения *среднего арифметического* (результата измерения).

4. Проверка гипотезы о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению

1. Записать вариационный ряд результатов наблюдений, т.е. по возрастанию.

2. Определить число интервалов группирования по формуле:

$$m \approx 3.3 \lg(n) + 1$$

3. Вычислить интервал группирования по формуле:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$$

3. Разбить вариационный ряд на интервалы

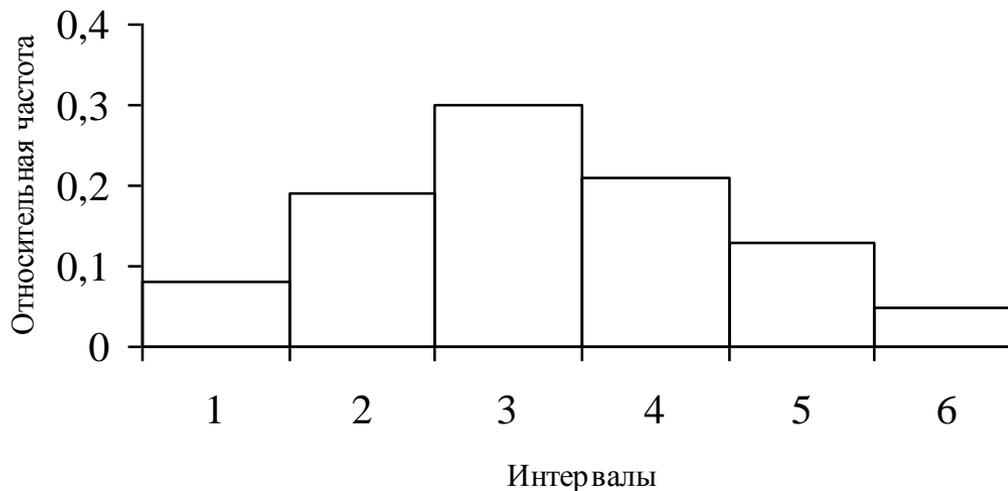
границы первого интервала $m_1: [x_{\min}; x_{\min} + h]$

границы второго интервала $m_2: [x_{\min} + h; x_{\min} + h + h]$

4. Вычислить относительные частоты $\bar{n}_j = \frac{n_j}{n}$

где $j = 1, \dots, m$;

n_j - число значений X из вариационного ряда, попавших в j -ый интервал группирования



5. Если результаты наблюдений распределены нормально, то **определяют наличие грубых погрешностей и промахов** и если последние обнаружены, соответствующие результаты отбраковывают и повторяют вычисления.

6. Вычисляют доверительные границы случайной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$, (а также при $P = 0,99$, если измерения в дальнейшем повторить нельзя).

Доверительные границы определяют по формуле:

$$\varepsilon = \pm t \cdot S(\bar{x}),$$

где t – коэффициент Стьюдента для данного уровня доверительной вероятности P и объема выборки n .

Число ***степеней свободы*** принимается равным $n - 1$.

Коэффициенты Стьюдента

$\nu = n - 1$	$\alpha, \%$				$\nu = n - 1$	$\alpha, \%$			
	10	5	1	0,1		10	5	1	0,1
1	6,31	12,71	63,66	636,6	18	1,73	2,10	2,88	3,92
2	2,92	4,30	9,92	31,60	19	1,73	2,09	2,86	3,88
3	2,35	3,18	5,84	12,92	20	1,73	2,09	2,85	3,85
4	2,13	2,78	4,60	8,61	21	1,72	2,08	2,83	3,82
5	2,02	2,57	4,03	6,87	22	1,72	2,07	2,82	3,79
6	1,94	2,45	3,71	5,96	23	1,71	2,07	2,81	3,77
7	1,90	2,37	3,50	5,41	24	1,71	2,06	2,80	3,75
8	1,86	2,31	3,36	5,04	25	1,71	2,06	2,79	3,73
9	1,83	2,26	3,25	4,78	26	1,71	2,06	2,78	3,71
10	1,81	2,23	3,17	4,59	27	1,70	2,05	2,77	3,69
11	1,80	2,20	3,11	4,44	28	1,70	2,05	2,76	3,67
12	1,78	2,18	3,05	4,32	29	1,70	2,05	2,76	3,66
13	1,77	2,16	3,01	4,22	30	1,70	2,04	2,75	3,65
14	1,76	2,14	2,98	4,14	40	1,68	2,02	2,70	3,55
15	1,75	2,13	2,95	4,07	60	1,67	2,00	2,66	3,46
16	1,75	2,12	2,92	4,02	120	1,66	1,98	2,62	3,37
17	1,74	2,11	2,90	3,97	∞	1,65	1,96	2,58	3,29
P_{α}	0,90	0,95	0,99	0,999	P_{α}	0,90	0,95	0,99	0,999

7. Определяют границы неисключенной систематической погрешности (НСП) результата измерений.

Границы НСП при наличии m составляющих систематической погрешности определяют по формуле:

$$\theta = k\sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_m^2} = k\sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2},$$

где θ_i – границы каждой из m составляющих;

k – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности и m .

Рекомендованные значения k (независимо от m):

$k = 0,95$ при доверительной вероятности $P = 0,9$ и

$k = 1,1$ при $P = 0,95$ и

$k = 1,4$ при $P = 0,99$.

8. Вычисляют доверительные границы погрешности результата Δ .

На этом этапе *суммируются* (комбинируются) систематическая и случайная составляющая погрешности

- Если $\theta < 0,8 \cdot S(\bar{x})$, то НСП пренебрегают, и результат характеризуют только случайной погрешностью, т.е.

$$\Delta = \varepsilon.$$

- Если $\theta > 8 \cdot S(\bar{x})$, то результат характеризуют только границами НСП, т.е.

$$\Delta = \theta.$$

- Если $0,8S(\bar{x}) \leq \theta \leq 8S(\bar{x})$, то ГОСТ 8.207-76 рекомендует границу погрешности результата измерений находить по формуле

$$\Delta = \frac{tS(\bar{x}) + \theta}{S(\bar{x}) + \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2}} S_{\Sigma},$$

где $S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2 + S(\bar{x})^2}$ – оценка суммарного СКО суммарной погрешности;

$\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2$ – дисперсия НСП, для которых принято равномерное распределение,

$S(\bar{x})^2$ – дисперсия НСП, для которых принято нормальное распределение.

9. Результат измерения записывают в виде

$$\bar{x} \pm \Delta, P_d,$$

а при отсутствии сведений о виде функции распределения составляющих погрешности и необходимости дальнейшей обработки результатов и анализа погрешностей – в виде

$$\bar{x}, S, n, \theta.$$



ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Нормативная основа обеспечения единства измерений в РФ (ГСИ). Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Международные метрологические организации

Единство измерений - это состояние измерений, при котором их результаты отражены в узаконенных единицах, погрешности известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы.

Осуществляется в соответствии с :

- Конституцией РФ (статья 71 р)

В ведении Российской Федерации находятся: ... р) метеорологическая служба, стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени; геодезия и картография; наименования географических объектов; официальный статистический и бухгалтерский учет;

https://www.consultant.ru/popular/cons/1_3.html#p432 © КонсультантПлюс, 1992-2015

- Федеральным законом от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. От 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений»;
- Постановлением правительства РФ от 12.02.94 № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг»;
- Нормативными документами ГСИ, принимаемыми и утверждаемыми Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование, бывший Госстандарт России)
- ГОСТ Р 8.000-2000 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие положения»;

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН N 102-ФЗ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Цели:

- 1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;
- 2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- 3) обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;
- 4) содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, к которым установлены обязательные метрологические требования и которые выполняются при:

- 1) осуществлении деятельности в области здравоохранения;
- 2) осуществлении ветеринарной деятельности;
- 3) осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- 4) осуществлении 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) выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- 6) осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- 7) осуществлении торговли, выполнении работ по расфасовке товаров;
- 8) выполнении государственных учетных операций и учете количества энергетических ресурсов;
- 9) оказании услуг почтовой связи, учете объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечении целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования;
- 10) осуществлении деятельности в области обороны и безопасности государства;
- 11) осуществлении геодезической и картографической деятельности;
- 12) осуществлении деятельности в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;
- 13) проведении банковских, налоговых, таможенных операций и таможенного контроля;
- 14) выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;
- 15) проведении официальных спортивных соревнований, обеспечении подготовки спортсменов высокого класса;
- 16) выполнении поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;
- 17) осуществлении мероприятий государственного контроля (надзора);
- 18) осуществлении деятельности в области использования атомной энергии;
- 19) обеспечении безопасности дорожного движения.

К **сфере** государственного регулирования обеспечения единства измерений относятся

- измерения, предусмотренные Законодательством о техническом регулировании;
- обязательные требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений;

Особенности обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области **обороны и безопасности государства** и в области использования **атомной энергии** устанавливаются Правительством Российской Федерации

ФЗ 102 Об обеспечении единства измерений содержит обязательные требования к:

-Измерениям;

-Единицам величин

-Эталонам единиц величин

-Стандартным образцам

-Средствам измерений

-Техническим системам и устройствам с измерительными функциями

Государственное регулирование в области ОЕИ осуществляется в следующих формах:

- 1) утверждение типа стандартных образцов или 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 обеспечения единства измерений.

АККРЕДИТАЦИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

осуществляется в целях официального признания компетентности юридического лица или индивидуального предпринимателя выполнять работы и (или) оказывать услуги по обеспечению единства измерений в соответствии с ФЗ N102. К указанным работам и (или) услугам относятся:

- 1) аттестация методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- 2) испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа;
- 3) поверка средств измерений;
- 4) обязательная метрологическая экспертиза стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, проводимая в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Аккредитация в области ОЕИ осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

Метрологические службы

Создаются Федеральными органами исполнительной власти и государственными корпорациями, которые осуществляют функции в областях деятельности, на которые распространяется сфера государственного регулирования, в установленном порядке и в целях организации деятельности по обеспечению единства измерений в пределах своей компетенции.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность в областях деятельности, на которые распространяется сфера государственного регулирования, могут создавать метрологические службы в добровольном порядке. Федеральными законами может быть установлена обязательность создания метрологических служб.

единство измерений: Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью

обеспечение единства измерений: Деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для достижения заданного уровня единства измерений.

система обеспечения единства измерений: Совокупность субъектов, норм, средств и видов деятельности, достаточная для обеспечения заданного уровня единства измерений.

Государственная система обеспечения единства измерений(ГСИ): Государственная система управления субъектами, нормами, средствами и видами деятельности по обеспечению заданного уровня единства измерений в Российской Федерации.

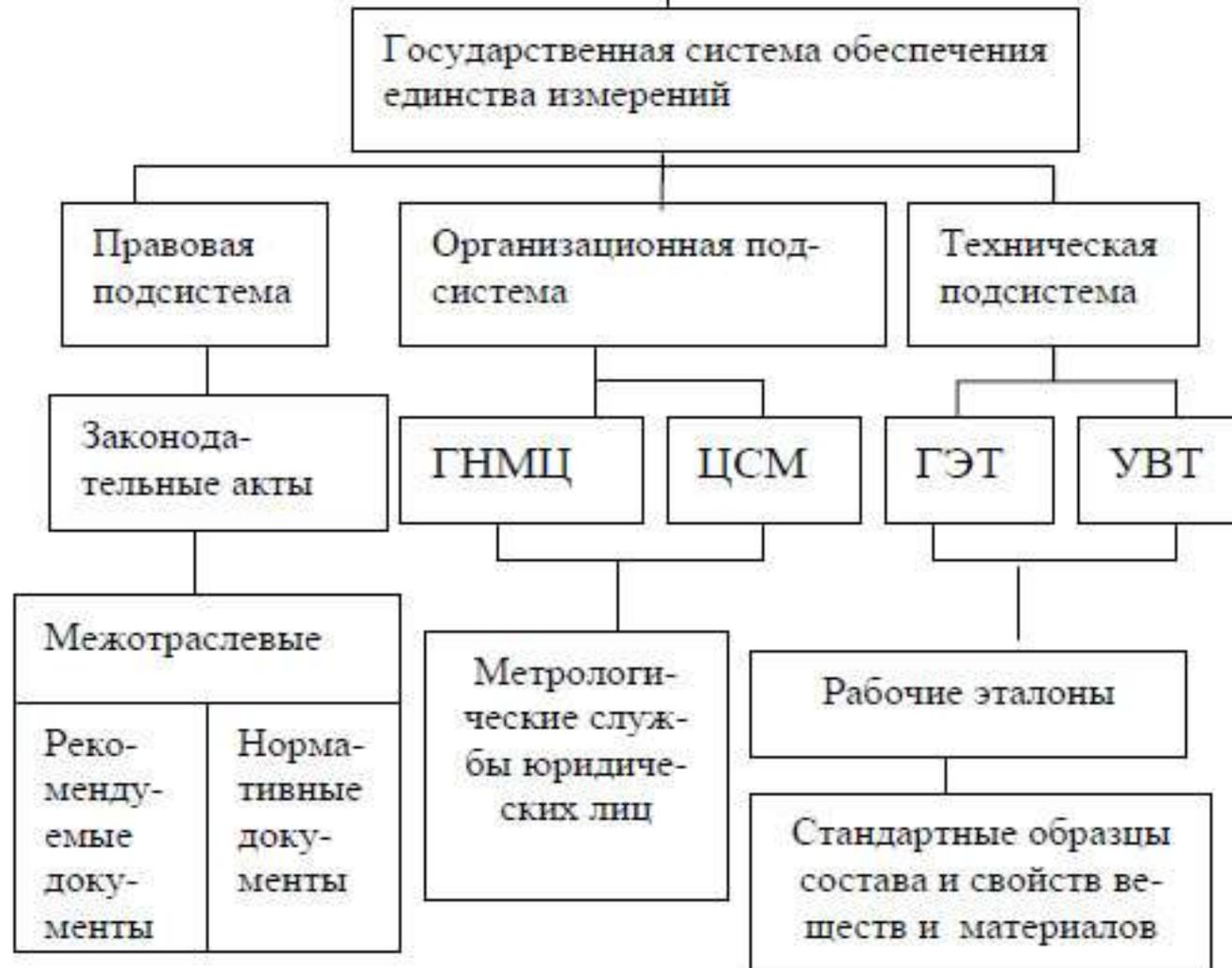


Рисунок 1 – Структура ГСИ

ГНМЦ – государственные научные метрологические центры, ЦСМ – центры стандартизации и метрологии, ГЭТ – государственные эталоны, УВТ – установки высокой точности



Система технического регулирования

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области



установления, применения и исполнения **обязательных требований** к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации



принятие и применение
технических регламентов

установления и применения на **добровольной основе** требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг ;



стандартизация

правовое регулирование в области
оценки соответствия



государственный контроль (надзор),
аккредитации,
подтверждения соответствия,
испытания

Технические регламенты, цели принятия, содержание

Технический регламент

- документ, который принят международным договором РФ, подлежащим ратификации в порядке, установленном законодательством РФ, или в соответствии с международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ, или ФЗ, или указом Президента РФ, или ПП РФ, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации);

Статья 4. Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании

1. Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании состоит из настоящего Федерального закона, принимаемых в соответствии с ним федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации.

2. Положения федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, касающиеся сферы применения настоящего Федерального закона (в том числе прямо или косвенно предусматривающие осуществление контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов), применяются в части, не противоречащей настоящему Федеральному закону.

3. Федеральные органы исполнительной власти вправе издавать в сфере технического регулирования акты только рекомендательного характера, за исключением случаев, установленных [статьями 5](#) и [9.1](#) настоящего Федерального закона. Государственная корпорация по космической деятельности "Роскосмос" вправе издавать в сфере технического регулирования акты только рекомендательного характера.

(в ред. Федеральных законов от 30.12.2009 [N 385-ФЗ](#), от 13.07.2015 [N 216-ФЗ](#))

КонсультантПлюс: примечание.

С 1 июля 2016 года Федеральным [законом](#) от 05.04.2016 [N 104-ФЗ](#) пункт 4 статьи 4 признается утратившим силу.

~~4. Если международным договором Российской Федерации в сфере технического регулирования установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, применяются правила международного договора, а в случаях, если из международного договора следует, что для его применения требуется издание внутригосударственного акта, применяются правила международного договора и принятое на его основе законодательство Российской Федерации.~~

Статья 4. Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании

Международный
договор РФ в
сфере ТР

184 ФЗ и принимаемые в
соответствии с ним ФЗ и
иные нормативные
правовые акты РФ

Положения ФЗ и иных
нормативных правовых актов РФ
не противоречащие 184 ФЗ

Акты рекомендательного характера, издаваемые органами
исполнительной власти

Статья 4. Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании

184 ФЗ РФ

Положения ФЗ и иных
нормативных правовых
актов РФ не
противоречащие 184 ФЗ

Акты рекомендательного характера,
издаваемые федеральными органами
исполнительной власти

Технические регламенты, цели принятия, содержание

Цели принятия технических регламентов:

- защита жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, *в том числе потребителей;*
- обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Технические регламенты, цели принятия, содержание

Содержание ТР

- Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие различные виды безопасности (биологическая, механическая, пожарная, и т.п.)
- Перечень и (или) описание объектов технического регулирования;
- Требования к этим объектам и правила их идентификации в целях применения ТР.
- Правила и формы оценки соответствия (в том числе в техническом регламенте могут содержаться схемы подтверждения соответствия, порядок продления срока действия выданного сертификата соответствия),
- Требования энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Требования технических регламентов не могут служить препятствием осуществлению предпринимательской деятельности в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей принятия ТР

Ст.9 Порядок разработки, принятия изменения и отмены ТР

Технический регламент

-Может быть принят международным договором РФ, подлежащим ратификации в порядке, установленном законодательством РФ, или в соответствии с международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ.

-Такие технические регламенты разрабатываются, принимаются и отменяются в порядке, принятом в соответствии с международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Ст.9 Порядок разработки, принятия изменения и отмены ТР

Технический регламент

может быть принят указом Президента РФ, или ПП РФ, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию в соответствии с положениями настоящего Федерального закона

Порядок разработки ТР, принимаемого ПП РФ:

Разработчиком регламента может быть любое лицо;

Уведомление о разработке ТР в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме.

- **Обсуждение всеми заинтересованными** сторонами путем публикацией уведомлений о начале и завершении разработки регламента в печати и сети Internet, предоставлении копии проекта по требованию любого заинтересованного лица, публичным обсуждением проекта и его последующим доработкой с учетом полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц.
- **Уведомление о завершении публичного обсуждения проекта ТР**
- **Проект ПП о ТР** направляется на экспертизу соответствующую экспертную комиссию по техническому регулированию.

Порядок разработки ТР, принимаемого нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию:

Разработчиком регламента может быть любое лицо;

Проект ТР с соответствующими документами представляется разработчиком в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию.

- **Экспертиза Проекта ТР.**

- **Принятый ТР** должен быть опубликован в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и размещен в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме.

- **Принятые нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию технические регламенты подлежат государственной регистрации.**

Особый порядок разработки и принятия технического регламента

- В исключительных случаях при возникновении обстоятельств, приводящих к непосредственной угрозе жизни или здоровью граждан, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений, и в случаях, если для обеспечения безопасности продукции или связанных с требованиями к ней процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации необходимо незамедлительное принятие соответствующего нормативного правового акта о техническом регламенте, Президент Российской Федерации вправе издать технический регламент без его публичного обсуждения.

Принятые технические регламенты

- Технический регламент "О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта"
- Технический регламент "О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта"
- Технический регламент "О безопасности железнодорожного подвижного состава"
- Технический регламент "О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах"
- Технический регламент "О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе"
- Технический регламент "О требованиях безопасности крови, ее продуктов, кровезамещающих растворов и технических средств, используемых в трансфузионно-инфузионной терапии"
- Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений"
- Технический регламент "О безопасности низковольтного оборудования"
- Технический регламент "О безопасности средств индивидуальной защиты"
- Технический регламент "О безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий"
- Технический регламент "О безопасности лифтов"
- Технический регламент "О безопасности машин и оборудования"
- Технический регламент "О безопасности колесных транспортных средств"
- "Технический регламент о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков"
- "Технический регламент на табачную продукцию"
- "Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей"
- "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
- "Технический регламент на масложировую продукцию"
- "Технический регламент на молоко и молочную продукцию"
- Технический регламент "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту"
- Технический регламент "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ" (базы данных заключений на шасси зарубежных автомобилей и другие информационные материалы)

Содержание регламентов можно посмотреть на официальном сайте Ростехрегулирования – www.gost.ru