

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИИ

**Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства измерений и способах достижения заданного уровня точности.**

Метрология является научной основой измерительной техники – всех технических средств, с помощью которых выполняется измерение, и технологии проведения измерений.

К основным понятиям, которыми оперирует метрология, относятся следующие: величина (физическая величина); единица физической величины; средства измерений физической величины; эталон; измерение физической величины; метод измерений; результат измерений; погрешность измерений и др.

***Теоретическая метрология*** – раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

***Законодательная метрология*** – раздел метрологии, включающий комплексы взаимосвязанных и взаимообусловленных общих правил, требований и норм, а также другие вопросы, нуждающиеся в регламентации и контроле со стороны государства, направленные на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений.

***Практическая метрология*** – раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

*Закон об обеспечении единства измерений.*

## **Закон об обеспечении единства измерений**

Под единством измерений понимается такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, размеры которых соответствуют, единицам, воспроизводимым эталонами, погрешности результатов измерений известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы.

Этот термин позволяет обеспечить сопоставимость измерений, выполненных в разное время, разными средствами и методами.

Единство измерений обеспечивается единообразием средств измерений и правильностью методик их выполнения. При этом под единообразием средств измерений понимается такое их состояние, при котором они градуированы в узаконенных единицах и их метрологические свойства соответствуют установленным нормам.

**Измерение (величины) - процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть обоснованно приписаны величине.**

Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

Пример, прикладывая линейку с делениями к какой-либо детали, по сути сравнивают ее размер с единицей, хранимой линейкой, и, произведя отсчет, получают значение величины (длины, высоты, толщины и других параметров детали).

**Уравнение измерения - уравнение связи, которое отражает связь между физическими величинами, обусловленную законами природы.**

Пример: скорость движения объекта равна длине пути  $l$ , пройденной объектом деленной на время  $t$ :

$$v = l/t$$

Это уравнение отражает существующую зависимость скорости от времени.

Показателями качества измерений являются: погрешность (точность); правильность; сходимость и воспроизводимость измерений.

Показатели качества измерений: погрешность (точность); правильность; сходимость и воспроизводимость измерений.

**Погрешность измерения** (результата измерения) - разность между измеренным значением величины и опорным значением величины.

**Опорное значение** (величины) - значение величины, которое используют в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода.

Опорное значение величины может быть истинным значением величины, подлежащей измерению, в этом случае оно неизвестно; принятым значением величины, в этом случае оно известно.

**Принятое значение** (величины) - значение величины, по соглашению приписанное величине для данной цели.

**Точность измерений** (точность результата измерения) - близость измеренного значения к истинному значению измеряемой величины.

**Правильность измерений** - близость среднего арифметического бесконечно большого числа повторно измеренных значений величины к опорному значению величины.

Правильность измерений не является величиной и поэтому не может быть выражена численно отражает близость к нулю систематической погрешности измерений.

**Сходимость измерений** – их качество, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях.

**Воспроизводимость измерений** – их качество, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в разное время, в различных местах, разными методами и средствами).

В нахождение значения величины (физической) может включаться и математическая обработка результатов измерения, в частности, введение поправок и статистическая обработка результатов наблюдений.

**Измерительное преобразование** - это такой вид преобразования, при котором устанавливается однозначное соответствие между значениями двух величин (входной и выходной).

**Результат измерения** - значение величины, найденное путем ее измерения.

Для проведения измерения необходимо иметь объект измерения и средство измерения.

**Объект измерения** - материальный объект или явление, которые характеризуются одной или несколькими измеряемыми и влияющими величинами.

**Объект измерения** - материальный объект или явление, которые характеризуются одной или несколькими измеряемыми и влияющими величинами.

**Измеряемая величина** - величина, подлежащая измерению.

**Влияющая величина** - величина, которая при прямом измерении не влияет на величину, которую фактически измеряют, но влияет на соотношение между показанием и результатом измерения.

*Пример:* температура микрометра, применяемого для измерения длины стержня, но не температура самого стержня, которая может входить в определение измеряемой величины.

**Средство измерений** - техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные (установленные) метрологические характеристики.

Важным понятием является понятие величина (физическая величина)

**Величина** - свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Как правило, термин «величина» применяют в отношении свойств или их характеристик, которые можно оценить количественно, т. е. измерить. Существуют такие свойства и характеристики, которые еще не научились оценивать количественно, но стремятся найти способ их количественной оценки, например запах, вкус и т. п. Пока не научимся их измерять, следует называть их не величинами, а свойствами.

Величины объединены в систему физических величин.

**Система величин** - согласованная совокупность величин и уравнений связи между ними, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины условно принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

**Основная величина** – это величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

В названии системы величин применяют символы величин, принятых за основные.

Например, система величин механики, в которой в качестве основных приняты длина  $L$ , масса  $M$  и время  $T$ , должна называться системой LMT.

Система основных величин, соответствующая Международной системе единиц (СИ), должна обозначаться символами, обозначающими соответственно символы основных величин – длины  $L$ , массы  $M$ , времени  $T$ , силы электрического тока  $I$ , температуры  $\Theta$ , количества вещества  $N$  и силы света  $J$ .

**Производная величина** – это величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

Физическая величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи, называется измеряемой величиной.

**Измеряемые величины** – это величины, непосредственно воспринимаемые средствами измерений.

Измеряемые величины *по роду* (качественной определенности) разделяются на однородные и неоднородные и неоднородные. Например, длина и диаметр детали – однородные величины; длина и масса детали – неоднородные величины.

*По природе измеряемые величины* разделяются на 11 видов: электрические, магнитные, электромагнитные, механические, акустические, тепловые, оптические, химические, радиоактивные, пространственные и временные. Каждый вид включает конечное множество конкретных величин.

**Размер величины** - количественная определенность величины, присущая конкретному материальному объекту или явлению.

**Размерность величины** - выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных величин в различных степенях и отражающее связь данной величины с величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

Размерности значений физических величин и их единиц совпадают.

Размерность величин обозначается как  $\dim$ . Например, в системе ЛМТ размерность величины  $x$  будет выражаться:

$$\dim x = L^l M^m T^t$$

где  $l$ ,  $m$ ,  $t$  - показатели степени, называемые показателями размерности, положительные, отрицательные или равные нулю.

**Безразмерностная величина**, *величина с размерностью единица* - величина, в размерность которой основные величины входят в степени, равной нулю.

**Значение величины** - выражение размера величины в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей шкале измерений.

**Истинное значение размера величины** - значение величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую величину.

**Действительное значение величины** - значение величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Определяют его с помощью эталонов.

**Единица величины** - величина фиксированного размера, которой присвоено числовое значение, равное 1, определяемая и принимаемая по соглашению для количественного выражения однородных с ней величин.

**Система единиц величин**; *система единиц измерений* - совокупность основных и производных единиц, вместе с их кратными и дольными единицами, определенными в соответствии с установленными правилами для данной системы единиц.

СИ основные единицы: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль соответственно для величин: длина, масса, время, электрический ток (сила электрического тока), термодинамическая температура, сила света, количество вещества.



Величины		Единицы		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			Международное	Русское
<i>Основные единицы</i>				
Длина	$L$	метр	m	м
Масса	$M$	килограмм	kg	кг
Время	$T$	секунда	s	сек
Сила электрического тока	$I$	Ампер	A	А
Термодинамическая температура	$\theta$	Кельвин	K	К
Количество вещества	$N$	моль	mol	моль
Сила света	$J$	кандела	cd	кд

Производные единицы			
Величины		Единицы	
Наименование	Наименование	Обозначение	
		Международное	Русское
Частота	Герц	Hz	Гц
Мощность, поток энергии	Ватт	W	Вт
Количество электричества (электрический заряд)	Кулон	C	Кл
Электрическое напряжение, электрический потенциал, электродвижущая сила, разность электрических потенциалов	Вольт	V	В
Электрическая емкость	Фарад	F	ф
Электрическое сопротивление	Ом	П	Ом
Электрическая проводимость	Сименс	S	См
Поток магнитной индукции, магнитный поток	Вебер	Wb	Вб
Индуктивность, взаимная индуктивность	Генри	H	Гн

В 1995 г. ГКМВ упразднила класс дополнительных единиц, а радиан и стерadian постановила считать безразмерными производными единицы системы СИ, т. е. имеющими специальное наименование и обозначение.

Радян (рад) – угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу.

Стерадян (ср) – телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, по длине равной радиусу сферы.

**Системными единицами** - единицы величин, входящих в систему.

В системные входят – основные, производные, кратные и дольные единицы СИ. Например, 1 м; 1 м/с; 1 км; 1 нм.

**Внесистемные единицы** – единицы, не входящие в систему, но их допускают к применению наравне с системными единицами.

Например: единица мощности – активная, воль-ампер (ВА) и реактивная (вар); единица времени – минута, час; единица количества информации – бит, байт (Б) равный 8 битами др.

Применяются также кратные и дольные единицы.

**Кратная единица**- единица, которая в целое число раз больше системной или внесистемной единицы: например, килогерц, мегаватт.

**Дольная единица** – единица, которая в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы: например, миллиампер, микровольт.

Строго говоря, многие внесистемные единицы могут рассматриваться как кратные или дольные единицы

Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское			международное	русское
$10^{24}$	иотта	Y	И	$10^{-1}$	деци	d	д
$10^{21}$	зетта	Z	З	$10^{-2}$	санتي	c	с
$10^{18}$	экса	E	Э	$10^{-3}$	милли	m	м
$10^{15}$	пета	P	П	$10^{-5}$	микро	$\mu$	мк
$10^{12}$	тера	T	Т	$10^{-9}$	нано	n	н
$10^9$	гига	G	Г	$10^{-12}$	пико	p	п
$10^6$	мега	M	М	$10^{-15}$	фемто	f	ф
$10^3$	кило	k	к	$10^{-18}$	атто	a	а
$10^2$	гекто	h	г	$10^{-21}$	зепто	z	з
$10^1$	дека	da	да	$10^{-24}$	иокто	y	и

Термин «количество информации» используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количества памяти, используемого программой. Например, 1 бит – количество информации, получаемое при осуществлении одного из двух равновероятных событий.

Единицы количества информации, используемые при хранении и передаче результатов измерения величины

Единица количества информации			
Наименование	Обозначение		Значение
	международное	русское	
бит	bit	бит	1
байт	В (byte)	Б (байт)	1 Б = 8 бит

В соответствии с международной практикой единицы «бит» и «байт» применяют с приставками СИ, использование которых не совсем корректно, т.к. 1 КБ не есть 1000 Б, а содержит 1024 Б; 1 МБ = 1024 КБ.

Относительные и логарифмические величины и их единицы, которыми характеризуют усиление и ослабление электрических сигналов, коэффициенты модуляции, гармоник и т. д. Относительные величины могут выражаться в безразмерных относительных единицах, в процентах, в промилле.

Логарифмическая величина представляет собой логарифм (в технических дисциплинах обычно десятичный) безразмерного отношения двух одноименных величин. Единицей логарифмической величины является бел (Б), определяемый соотношением:

$$N = 10 \lg(P_1/P_2) = 20 \lg(F_1/F_2)$$

где  $P$  – одноименные энергетические величины (значения мощности, энергии, потока плотности мощности и т. п.)

$F$  - одноименные силовые величины (напряжение, сила тока, напряженность электромагнитного поля и т. п.).

Децибел равен 0,1 Б.

В формулу нужно добавить множитель 10. Тогда отношение, например, напряжений  $U_1/U_2 = 10$  соответствует логарифмической единице 20 дБ.

Имеется тенденция к применению естественных систем единиц, основанных на универсальных физических постоянных (константах), которые могли бы быть приняты в качестве основных единиц: скорость света, постоянная Больцмана, постоянная Планка, заряд электрона и т. п. Преимуществом такой системы является постоянство основания системы и высокая стабильность констант.

В некоторых эталонах такие постоянные уже используются: эталон единицы частоты и длины, эталон единицы постоянного напряжения. Но размеры единиц величин, основанных на константах, на современном уровне развития техники неудобны для практических измерений и не обеспечивают необходимой точности получения всех производных единиц.

Отметим, что кроме термодинамической температуры, допускается применять также температуру Цельсия, определяемую выражением:

$$t = \Theta - \Theta_0, \text{ где } \Theta_0 = 273,15\text{K}$$

Термодинамическую температуру выражают в градусах Кельвина, температуру Цельсия – в градусах Цельсия. По размеру градус Цельсия равен градусу Кельвина. Градус Цельсия – это специальное наименование, используемое в данном случае вместо наименования «Кельвин». Интервал или разность термодинамических температур выражают в Кельвинах. Интервал или разность температур Цельсия допускается выражать как в Кельвинах, так и в градусах Цельсия.

**Контроль** - операции, включающие проведение измерений, испытаний, оценки характеристик изделия с целью установления их соответствия установленным нормам.

**Измерительный контроль** – контроль, осуществляемый с применением средств измерений.

Измерительный контроль отличается от измерений тем, что вместо численного значения величины результатом является заключение вида «Да» либо «Нет».

**Неизмерительный контроль** - контроль в котором отсутствуют количественные критерии и оценки.

При неизмерительном контроле нет количественных критериев и оценок.

Цель неизмерительного контроля заключается в проверке соответствия определенных качественных свойств объекта (например, цвета, формы и т. п.) заданным требованиям.

**Визуальный контроль** – контроль основанный на воздействии электромагнитного излучения видимого спектра, вызывающего зрительные ощущения оператора при получении информации об объекте контроля.

**Невизуальный контроль** - контроль основанный на воздействии различных величин, вызывающих слуховые, температурные, обонятельные и другие (кроме зрительных) ощущения оператора при получении информации об объекте контроля.

**Неразрушающий контроль** – контроль позволяющий оценить качество продукции без нарушения ее пригодности к использованию по назначению.

**Разрушающий контроль** – контроль, после которого изделие непригодно для работы