

Эталоны единиц измерений

Что такое эталон?

Эта́лон (англ. measurement standard, etalon, фр. étalon) — средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы, а также передачу её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утверждённое в качестве эталона в установленном порядке.

Краткая история

Попытка ввести эталоны предпринята ещё в 1136 г. в Великом Новгороде. Там был утверждён устав «О церковных судах, и о людях, и о мерах торговли». «Мерилы торговли» включали в себя: «пуд медовый, гривенку рублевую, локоть еваньский». Всем торговым людям предписывалось «торговые все весы и мерилы блюсти без пакости, ни умаливати, ни умноживати, а на всякий год извещати...», то есть соблюдать эталоны длины и веса, а также ежегодно сверять с ними свои гири и мерилы. Сами же эталоны хранились в церкви Евань (Ивана) на Опоках. Нарушителям закона эталонов устав грозил карами вплоть до «предания казни смертию». Однако плутоватые купцы зачастую мошенничали, надеясь на ловкость рук и на «искупительное покаяние вкупе со мздой Ивану на Опоках». Поговорка всяк купец на свой аршин мерит была верна буквально до начала XIX века, когда появился государственный эталон длины. В царской России всерьёз заинтересовались эталонами только в конце XIX века. Была создана Главная палата мер и весов и заказаны в Англии государственные эталоны длины и массы, согласованные с международными.

По мере развития науки и техники появилась нужда в большом количестве других эталонов. Например, эталон частоты, времени, температуры, напряжения и т. д. Прогресс не только вводил новые эталоны, но и повышал точность старых. Метр в настоящее время определён как длина пути, проходимого светом в вакууме за $(1 / 299\,792\,458)$ секунды.

Виды эталонов

- Первичный эталон — это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть национальным (государственным) и международным.
- Вторичный эталон — эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.
- Эталон сравнения — эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.
- Исходный эталон — эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами (в данной лаборатории, организации, на предприятии), от которого передают размер единицы подчинённым эталонам и имеющимся средствам измерений.
- Рабочий эталон — эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.
- Государственный первичный эталон — первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства.
- Международный эталон — эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.

Наиболее известные эталоны

Эталоны длины и массы, хранящиеся в Международном бюро мер и весов в Севре. Первый из них — **«архивный метр»** — на сегодня имеет лишь исторический интерес. Второй — **эталон килограмма** — сохраняет функцию международного эталона массы.

Созданием и хранением первичных эталонов, а также передачей размеров единиц занимаются, как правило, национальные метрологические центры (институты, бюро и пр.) Наиболее развитыми центрами мировой метрологии в настоящее время являются:

- Международное Бюро мер и весов (Париж) – межгосударственное научно-исследовательское учреждение, работающее под юрисдикцией Международного Комитета мер и весов;
- Национальный институт стандартов и технологий США (NIST)
- Федеральный физико-технический институт Германии (PTB)
- Национальная физическая лаборатория Англии
- Национальное бюро по метрологии Франции.

Говоря об эталонах и системах единиц необходимо сказать о фундаментальных физических константах, которые являются, как правило, характерными коэффициентами фундаментальных физических теорий. По определению физическая константа – это физическая величина, которая имеет неизменное значение при определенных обстоятельствах в избранной системе единиц. Другими словами, ее значение, определенное экспериментально в избранной системе единиц, остается неизменным при любых условиях и содержит информацию про наиболее общие (фундаментальные) свойства материи. Среди таких величин – скорость света в вакууме, электрическая и магнитная постоянные, постоянная Планка, элементарный электрический заряди т.д.

Эталоны основных электрических величин

Основной единицей электрических величин является единица силы тока - ампер (А).

Производные от ампера единицы физических величин:

- Единица электродвижущей силы (ЭДС) и напряжения - вольт (В);
- Единица частоты - герц (Гц)
- Единица электрического сопротивления - ом (Ом)
- Единица индуктивности и взаимной индуктивности двух катушек - генри (Гн)
- Единица электрической емкости - фарад (Ф).

Все перечисленные единицы воспроизводятся и хранятся посредством Государственных первичных эталонов

Эталоны основных электрических величин

Основной единицей электрических величин является единица силы тока - ампер (А).

Производные от ампера единицы физических величин:

- Единица электродвижущей силы (ЭДС) и напряжения - вольт (В);
- Единица частоты - герц (Гц)
- Единица электрического сопротивления - ом (Ом)
- Единица индуктивности и взаимной индуктивности двух катушек - генри (Гн)
- Единица электрической емкости - фарад (Ф).

Все перечисленные единицы воспроизводятся и хранятся посредством Государственных первичных эталонов

Основные физические величины

длина	m	(l)	сила электрического		
масса	kg	(m)	тока	A	(I)
время	s	(t)	сила света	cd	(I)
температура	K	(T)	количество вещества	mol	(v)

Дополнительные физические величины

угол плоский	rad	(φ)	угол телесный	$steradian$	(Ω)
--------------	-------	-----	---------------	-------------	-----

Производные физические величины

площадь	m^2	(S)	электрический заряд	C	(q)
объем	m^3	(V)	напряженность		
скорость	m/s	(v)	электрического поля	V/m	(E)
ускорение	m/s^2	(a)	электрическое		
плотность	kg/m^3	(ρ)	напряжение		
сила	N	(F)	(разность потенциалов)	V	(U)
частота	$Гц$	(ν)	электрическая емкость	F	(C)
давление	Pa	(p)	электрическое		
энергия			сопротивление	Om	(R)
работа			магнитный поток	Wb	(Φ)
кол-во теплоты	$Dж$	(E, A, Q)	магнитная индукция	$Tл$	(B)
мощность	$Вт$	(N, P)	индуктивность	$Гн$	(L)

Наименование величины	Британская система	Международная система СИ
1. Длина:		
- Дюйм	<i>In</i>	0,0254 <i>м</i>
- Фут	<i>ft</i>	0,3048 <i>м</i>
- Ярд	<i>yd</i>	0,9144 <i>м</i>
- Миля законная (США)	<i>mile</i>	1609,344 <i>м</i>
- Миля морская (международная)	<i>mile sea</i>	1852 <i>м</i>
2. Площадь:		
- Квадратный дюйм	<i>in²</i>	6,4516*10 ⁻⁴ <i>м²</i>
- Квадратный фут	<i>ft²</i>	9,2903*10 ⁻² <i>м²</i>
- Квадратный ярд	<i>yd²</i>	0,836127 <i>м²</i>
3. Объем:		
- Кубический дюйм	<i>in³</i>	1,63871*10 ⁻⁵ <i>м³</i>
- Кубический фут	<i>ft³</i>	0,0283168 <i>м³</i>
- Галлон жидкостный (США)	<i>gal (US)</i>	3,78543 <i>дм³</i>
- Галлон (Великобритания)	<i>gal (UK)</i>	4,54609 <i>дм³</i>
4. Масса:		
- Унция	<i>oz</i>	28,3495 <i>г</i>
- Фунт торговый	<i>lb</i>	0,45359237 <i>кг</i>
- Тонна короткая	<i>sh tn</i>	907,185 <i>кг</i>
- Тонна длинная	<i>ton</i>	1016,05 <i>кг</i>
5. Объем удельный:		
- Кубический фут на фунт	<i>ft³/lb</i>	0,06243 <i>м³/кг</i>
6. Плотность:		
- Фунт на кубический фут	<i>lb/ft³</i>	16,018 <i>кг/м³</i>
7. Давление:		
- Фунт-сила на квадратный дюйм	<i>lbf/ft²</i>	6894,76 <i>Па</i>
8. Температура:		
- Таяния льда	32 °F	273 <i>К</i>
- Кипения воды	212 °F	373 <i>К</i>
9. Скорость:		
- Фут в секунду	<i>ft/s</i>	0,3048 <i>м/с</i>
10. Сила, вес:		
- Паундаль	<i>pdl</i>	0,138255 <i>Н</i>
- Фунт-сила	<i>lbf</i>	4,44822 <i>Н</i>
11. Мощность:		
- фунт-сила – фут в секунду	<i>lbf ft/s</i>	1,35582 <i>Вт</i>

На своем 25-м заседании (Ноябрь 2014 г.) CGPM принял резолюцию о будущем пересмотре международной системы единиц. Эта резолюция была основана на предыдущей резолюции CGPM (2011), которая приняла к сведению намерение CIPM предложить пересмотр SI и детальную дорожную карту к будущим изменениям.

В пересмотренном СИ четыре основных единиц СИ, а именно Килограмм, Ампер, Кельвин и моль – будут переопределены в терминах константы; новые определения будут базироваться на фиксированных численных значений постоянной Планка (h), элементарном заряде (e), постоянной Больцмана (k_B) и постоянной Авогадро (N_A), соответственно. Кроме того, определения всех семи основных единиц СИ будут уточняться в ходе явной постоянной разработке.