

Погрешности Э. кельвина (СКО) составляют 0,3—1,0 мК, НСП—0,4—1,5 мК, для любого значения темп-ры до 273,16 К, а при более высоких темп-рах—см. табл. 4.

Табл. 4.—Погрешности эталона в реперных точках МТШ-90

Реперная точка	Температура		Абсолютные погрешности, в К	
	К	°С	СКО	НСП
H ₂ O (тр)	273,16	0,01	5 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁴
Ga (пл)	302,9146	29,7646	5 · 10 ⁻⁵	2 · 10 ⁻⁴
In (з)	429,7485	156,5985	1 · 10 ⁻⁴	2 · 10 ⁻⁴
Sn (з)	505,078	231,928	2 · 10 ⁻⁴	2 · 10 ⁻⁴
Zn (з)	692,77	419,62	2 · 10 ⁻⁴	2 · 10 ⁻⁴
Al (з)	933,473	660,323	5 · 10 ⁻³	3 · 10 ⁻³
Ag (з)	1234,93	961,78	7 · 10 ⁻³	5 · 10 ⁻³
Au (з)	1337,33	1064,18	7 · 10 ⁻³	5 · 10 ⁻³
Cu (з)	1355,77	1084,62	1 · 10 ⁻²	5 · 10 ⁻³

Примеч.: (тр)—тройная точка; (пл)—точка плавления; (з)—точка затвердевания.

В промежуточных температурных точках погрешности могут быть несколько большими.

6. Эталон единицы силы света—кандели. Шкала силы света—аддитивная шкала отношений (см. *Фотометрия*). Определения кандели и соответствующие Э. менялись. Первоначальные Э. единицы силы света (свечи) представляли собой свечи, приготовленные из определ. материалов, затем лампы с жидким горючим с лучшими по сравнению со свечами метрологич. характеристиками. Междунар. фотометрич. комиссией и Междунар. комиссией по освещению (МКО) создан (1921) междунар. Э. силы света—междунар. свеча—группа постоянно возобновлявшихся электрич. ламп накаливания с угольной нитью.

В 1937 были созданы эталонные источники света, удовлетворяющие требованиям междунар. спецификации, в виде полных излучателей (моделей *абсолютно чёрного тела*) с приписанной яркостью 60 кд/см² при темп-ре затвердевания платины. Т. о., был вновь осуществлён переход к децентрализованному воспроизведению свечи (название в СИ—кандела) на более высоком уровне точности. При этом определении кандели связь световых и энергетич. величин оставалась неоднозначной, по мере совершенствования техники измерений и междунар. сличений неоднозначность связи проявлялась всё заметнее. В 1979 на XVI ГКМВ принято новое определение кандели: сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматич. излучение частотой 540 · 10¹² Гц, энергетическая сила света к-рого в этом направлении составляет 1/683 Вт · ср⁻¹. Так была установлена однозначная связь световых и энергетич. величин, а макс. световая эффективность K_м = 683 лм/Вт фактически возведена в ранг точных (не имеющих погрешности) метрологич. констант.

Государственный Э. России представляет собой первичный фотометр, созданный на основе неселективного радиометра, *спектральная чувствительность* к-рого скорригирована спец. жидкостным фильтром под ф-цию V(λ)—эмпирич. ф-цию относит. *спектральной световой эффективности* монохроматич. излучения с длиной волны λ. Коэф. преобразования радиометра без фильтра определяется путём измерений в вакууме интегрального по спектру потока излучения высокотемпературной модели абсолютно чёрного тела (модели чёрного тела—МЧТ)—двух коаксиальных трубок из карбида ниобия, нагреваемых в вакууме постоянным электрич. током до темп-ры 3000 К. В состав Э. входят также системы определения спектрального распределения излучения по темп-ре МЧТ, определения спектрального коэф. пропускания светофильтров, регистрации и обработки измерит. информации и передачи размера единицы. Первичный Э. воспроизводит единицу силы света в диапазоне 30÷110 кд с СКО ≤ 0,1 · 10⁻² и НСП ≤ 0,25 · 10⁻².

Посредством осуществления двух режимов МЧТ при темп-рах T₁ и T₂ (T₂ > T₁) и неселективным радиометром измеряют отношение z интегральных по спектру излучения МЧТ энергетич. яркостей L₁ и L₂, а также (с использованием монохроматора) отношение x спектральных плотностей энергетич. яркостей L_{1,λ} и L_{2,λ} на длине волны λ, при к-рой достаточно точность *Вина закона излучения*. В соответствии с этим законом и с учётом *Стефана—Больцмана закона излучения* получаются соотношения

$$z = \frac{L_2}{L_1} = \frac{T_2^4}{T_1^4}, \quad x = \frac{L_{2,\lambda}}{L_{1,\lambda}} = \exp \frac{c_2}{\lambda} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right).$$

Здесь c₂ = hc/k—т. н. вторая постоянная излучения в *Планка законе излучения*. Преобразование этих соотношений даёт ф-лы для искоемых значений темп-р:

$$T_1 = \frac{c_2(z^{1/4} - 1)}{\lambda z^{1/4} \ln x} \quad \text{и} \quad T_2 = \frac{c_2(z^{1/4} - 1)}{\lambda \ln x}.$$

7. Эталон единицы плоского угла—радиана. Шкала плоских углов—ограниченная абсолютная. Государственный Э. России воспроизводит значения углов не в радианах, а в градусах, 1 рад = 57,29579° (угловые градус, минута и секунда относятся к единицам, используемым наравне с единицами СИ). Погрешность Э. не превышает 0,02" или 5 · 10⁻⁶ рад. Основа Э.—36-гранная кварцевая призма. В его состав входит также угломерная автоколлимационная установка, состоящая из фотоэлектрич. автоколлиматоров с электронным цифровым отсчётным устройством для установки и поворота 36-гранной призмы.

Осн. причины принятия при построении Э. градусной, а не радианной меры следующие: технологически легче изготовить и метрологически аттестовать призму, имеющую пары взаимно параллельных граней, чем клин, с углом при вершине в 1 рад; средства измерений, проградированные в радианах, не выпускаются, т. к. наиб. употребительные в технике и быту углы (90°, 60°, 45°, 30°) не выражаются целочисленно в радианной мере; поскольку на сегодня мы располагаем сколь угодно точным значением π, пересчёт градусной меры в радианную не даёт дополнит. погрешности, даже на эталонном уровне.

Э. телесного угла—*стерадиана*—не существует, нет и средств измерений для телесных углов. Телесные углы определяются путём измерения плоских углов; при телесном угле в 1 ср плоский угол при вершине конуса составляет 65°32'. Значение телесных углов Ω с осевой симметрией определяется по ф-ле

$$\Omega = 2\pi \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right),$$

где α—плоский угол при вершине конуса в градусах.

В настоящее время (1996) радиан и стерадиан отнесены к безразмерным производным единицам СИ.

Эталонная база России. В государственных научных метрологич. центрах Госстандарта России имеется (по данным Государственного реестра) более 230 государственных Э. и средств измерений высшей точности, централизованно производящих и хранящих исходные для страны шкалы и размеры единиц измерений, наиб. широко используемых в народном хозяйстве (табл. 5).

Табл. 5.

Вид измерений	Величины и свойства, шкалы или единицы измерения которых воспроизводятся эталонами
1	2
Измерения геометрических величин	Длина, плоский угол; параметры шероховатости поверхности; отклонения от прямолинейности и плоскостности; параметры отклонения формы и расположения поверхностей вращения.