

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация»

Лекция № 5

Лектор:

Забиров Фердинанд Шайхиевич,
профессор

2016/2017 учебный год

Тема лекции: Международная система единиц СИ

Изучаемые вопросы:

- 1 Основные достоинства, область применения и правила написания единиц СИ.
- 2 Основные и производные единицы СИ.
- 3 Внесистемные единицы и единицы, временно допускаемые к применению.
- 4 Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц СИ.
- 5 Относительные и логарифмические единицы СИ.
- 6 Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами.

Сокращенное наименование единиц СИ

- **Международная система единиц** принята в 1960 году в Париже на XI Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ).
- **Международной системе единиц** присвоено сокращенное наименование **SI** (в русской транскрипции – **СИ**) по первым буквам двух первых слов ее наименования на французском языке:
Systeme International d'Unités.
- Наименование **Международной системы единиц** на английском языке: The International System of Units.

Основные достоинства единиц СИ

- **Универсальность** – охват всех областей науки, техники и производства.
- **Унификация единиц физических величин для всех видов измерений** механических, тепловых, электрических, магнитных, акустических, световых и других величин.
- **Удобные по размеру для практического применения** основные и производные единицы.
- **Когерентность** (согласованность, связанность) системы: все производные единицы системы получают из уравнений связи между величинами, в которых коэффициенты равны безразмерной величине.

Основные достоинства единиц СИ

- Четкое разграничение в СИ единиц массы (килограмм), силы и веса (ньютон).
- Упрощение записей уравнений и формул в физике, химии и других науках, а также в технических расчетах в связи с отсутствием в расчетных формулах пересчетных коэффициентов.
- Высокая точность воспроизведения единиц.
- Возможность образования новых единиц.
- Широкое распространение многих единиц этой системы в практике.

Область применения единиц СИ

- В Западной Европе переход на СИ завершен в 1978 г.
- В СССР единицы СИ введены с 1-го января 1981 года государственным стандартом ГОСТ 8.417-81 Метрология. Единицы физических величин.
- В России с 01.09.2003 действует актуализированная версия единиц СИ, утвержденная **межгосударственным стандартом ГОСТ 8.417-2002 Единицы величин.**
- В настоящее время практически все страны мира перешли на систему СИ.

Область применения единиц СИ

Применение системы СИ **не регламентируется:**

- в научных исследованиях и публикациях теоретического характера в области естествознания;
- в единицах величин, оцениваемых по условным шкалам (например, шкалы твердости Роквелла и Виккерса, светочувствительности материалов и др.).
- К научным исследованиям и публикациям теоретического характера относятся исследования и публикации, **в которых не рассматриваются и не используются результаты** практических измерений конкретных физических величин.

Область применения единиц СИ

- Единицы системы СИ обязательны для использования в документации:
- конструкторской;
 - технологической;
 - научно-технической;
 - нормативно-технической;
 - проектной;
 - учебной.

Правила написания единиц СИ

- В документации допускается применять либо международные либо русские обозначения.
Одновременное применение обоих видов обозначений в одном документе не допускается.
- При указании значений величин на щитках или шкалах, помещаемых на изделиях, следует использовать ТОЛЬКО международные обозначения единиц.
- В обозначениях единиц точка как знак сокращения не ставится.
- Обозначения единиц следует указывать сразу после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку).

Правила написания единиц СИ

- Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует **оставлять пробел** (без переноса на следующую строку):

Правильно:

100 кВт; 100 Ом; 80 %

Неправильно:

100кВт; 100Ом; 80%

- Обозначение единиц с их предельными отклонениями следует указывать **после скобки**, где они помещены, или указывать обозначение **после числового обозначения** величины и **после ее предельного отклонения**, например:

Правильно:

(100,0 ± 0,1) кг; 50 г ± 1 г;

Неправильно:

100,0 ± 0,1 кг; 50 ± 1 г

Правила написания единиц СИ

- Наименования единиц в заголовках граф и наименованиях строк таблиц указывают **после запятой без предлога «в»**, например: « Мощность, кВт».
- Расшифровка символов, входящих в формулу, приводится **слева направо и сверху вниз в той последовательности, в которой символы расположены в формуле**, после предлога «где» **без двоеточия** после него, например:

$$V = 3,6 S/T, \quad (1)$$

где V - скорость, км/ч;

S - путь, км;

T - время, ч.

Правила написания единиц СИ

- Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, **отделяют точками на средней линии, как знаком умножения**, например:

Правильно:

$\text{Н}\cdot\text{м}; \text{А}\cdot\text{м}^2; \text{Па}\cdot\text{с}$

Неправильно:

$\text{Нм}; \text{Ам}^2; \text{Пас}$

- В обозначениях единиц следует применять **только одну косую или горизонтальную черту** в качестве знака деления. **Допускается** применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в положительные или отрицательные степени:

Правильно:

$\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-1}$

Неправильно:

$\text{Вт}/\text{м}^2/\text{К}$

Правила написания единиц СИ

- При применении **косой черты** в обозначении единиц их **следует помещать в строку**, а произведение обозначений в знаменателе заключать **в скобки**:

правильно:

неправильно:

м/с; Вт/(м·К)

м/_с; Вт/м·К

- При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, **нельзя комбинировать** буквенные обозначения и наименования единиц, а для других - наименования:

Правильно:

Неправильно:

80 км/ч;

80 км/час;

80 километров в час

80 км в час

Правила написания единиц СИ

- К обозначениям единиц и к их наименованиям **нельзя добавлять буквы и слова, указывающие на физическую величину или на объект**, например, пм - погонный метр, % весовой и т.д. Во всех таких случаях **определяющие слова следует присоединять к наименованию величины**, а единицу указывать по ГОСТу. Например, погонная длина 5 м, массовая доля 10 % и т.д.
- Обозначения единиц, **совпадающие с наименованиями этих единиц, по падежам и числам изменять нельзя**, если они **помещены после числовых значений**, а также в таблицах, при расшифровке формул, в выводах. К таким обозначениям относятся: бар, бэр, вар, моль, рад, ньютон, кельвин, фарад, ом, люкс, паскаль, герц и др.

Основные единицы СИ

Наименование величины	Наименование	Обозначение	
		международное	русское
Длина	метр	m	М
Масса	килограмм	kg	КГ
Время	секунда	s	С
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	МОЛЬ
Сила света	кандела	cd	КД
Примечание— Температуру можно выразить в градусах Цельсия.			

Производные единицы СИ

- Производные единицы могут быть двух типов:
 - которые образованы с использованием основных единиц (например, площадь – м^2 , объем – м^3 , скорость – м/с);
 - имеющие специальные наименования (как правило, образованные по именам ученых) и обозначения.
- Русские и международные обозначения производных единиц, имеющих специальные наименования и обозначения: **Гц, Гц** – герц (частота); **Н, Н** – ньютон (сила, вес); **Па, Па** – паскаль (давление); **рад, рад** – радиан (плоский угол); **ср, ср** – стерадиан (телесный угол); **Вт, Вт** – ватт (мощность); **С, Кл** – кулон (количество электричества); $^{\circ}\text{С}$ – градус Цельсия (температура);

Производные единицы СИ

- **V, В** – вольт (электрическое напряжение, потенциал); **F, Ф** – фарад (электрическая емкость); **Ω, Ом** – ом (электрическое сопротивление); **S, См** – сименс (электрическая проводимость); **Wb, Вб** – вебер (поток магнитной индукции); **T, Тл** – тесла (плотность магнитного потока); **H, Гн** – генри (индуктивность); **lm, лм** – люмен (световой поток); **lx, лк** – освещенность); **Bq, Бк** - беккерель (активность нуклида в радиоактивном источнике); **Gy, Гр** – грей, керма (поглощенная доза ионизирующего излучения); **Sv, Зв** – зиверт (эквивалентная доза ионизирующего излучения); **kat, кат** – катал (активность катализатора).

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование		Обозначение	
величины	единицы	международное	русское
Масса	тонна	t	Т
Время	минута	min	МИН
	час	h	Ч
	сутки	d	СУТ
	год	y.	Г.
Плоский угол	градус, минута, секунда	°	°
		'	'
		''	''
Объем, вместимость	литр	L, l	Л

Внесистемные единицы, допускаемые к применению в специальных областях

Наименование		Обозначение		Область применения
величины	единицы	межд.	русское	
Оптическая сила	диоптрия	-	дптр	В оптике (0,1 м)
Площадь	гектар	ha	га	В сельском и лесном хозяйстве
Плоский угол	град (гон)	gon	град	В геодезии ($\pi/200$)
Энергия	электрон-вольт	eV	эВ	В физике
Полная мощность	вольт-ампер	V·A	В·А	В электротехнике
Реактивная мощность	вар	var	вар	В электротехнике

Единицы, временно допускаемые к применению в специальных областях

Наименование		Обозначение		Примечание
величины	единицы	межд.	русское	
Длина	морская миля	n.mile	миля	В навигации (1852 м)
Масса	карат	-	кар	0,2 г
	центнер	q	ц	В сельском хозяйстве (100 кг)
Линейная плотность	текс	tex	текс	В текстильной промышленности (10^{-6} кг/м)
Телесный угол	квадратный градус	€°	€°	$3,0462 \cdot 10^{-4}$ ср

Единицы, временно допускаемые к применению в специальных областях

Наименование		Обозначение		Примечание
величины	единицы	межд.	русское	
Скорость	узел	kn	уз	0,514(4) м/с
Ускорение	гал	Gal	Гал	0,01 м/с ²
Частота вращения	оборот в секунду	r/s	об/с	
	оборот в минуту	r/min	об/МИН	
Давление	торр	Torr	-	133,322 Па
	бар	bar	бар	10 ⁵ Па
Натуральный логарифм безразмерного отношения физич. величин	непер	Np	N _п	1 N _п = 0,8686... Б

Относительные и логарифмические единицы

Относительные единицы:

- - сотая доля – процент, %;
- тысячная доля – промилле, ‰;
- миллионная доля - млн.⁻¹, ppm.

□ Логарифмические единицы:

- бел (В, Б) – уровень звукового давления;
- децибел (дВ, дБ);
- октава (окт) – частотный интервал;
- декада (дек) – частотный интервал;
- фон (phone, фон) – уровень громкости.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множитель	Приставка	Обозначение	
		международное	русское
10^{24}	иотта	Y	И
10^{21}	зетта	Z	З
10^{18}	экса	E	Э
10^{15}	пета	P	П
10^{12}	тера	T	Т
10^9	гига	G	Г
10^6	мега	M	М
10^3	кило	k	к

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множитель	Приставка	Обозначение	
		международное	русское
10^2	гекто	h	Г
10^1	дека	da	да
10^{-1}	деци	d	Д
10^{-2}	санти	c	С
10^{-3}	милли	m	М
10^{-6}	микро	μ	МК
10^{-9}	нано	n	Н
10^{-12}	пико	p	П

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множитель	Приставка	Обозначение	
		международное	русское
10^{-15}	фемто	f	ф
10^{-18}	атто	a	а
10^{-21}	зепто	z	з
10^{-24}	иокто	y	и

Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами

$$1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 98066,5 \text{ Па} \approx 0,1 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ кгс/мм}^2 = 9,80665 \cdot 10^6 \approx 10 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,322 \text{ Па}$$

$$760 \text{ мм рт. ст.} = 1013,25 \text{ гПа} \quad \text{или} \quad 1013,25 \text{ гектопаскаль}$$

$$1 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \text{ Па}$$

Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами

1 л.с. = 735, 499 Вт

1 кВт = 1,36 л.с.

1 кал = 4,1868 Дж

1 сСт = 1 мм²/с

Стокс (Ст) - прежняя единица **кинематической вязкости**.

Сантистокс (сСт) – обычно применяемое ранее на практике обозначение кинематической вязкости.

1 П = 0,1 Па·с (динамическая вязкость)

Пуаз (П) - прежняя единица **динамической вязкости**.

Сантипуаз (сП) – обычно применяемое ранее на практике обозначение динамической вязкости.

Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами

Дюйм (in) = 25,4 мм

Фут (ft) = 0,3048 м

Ярд (yd) = 0,9144 м

1 кв. дюйм = 645,16 мм² ≈ 645 мм²

Галлон жидкостный (США) - gal liq (US) ≈ 3,79 л

Галлон жидкостный (Англия) - gal liq (UK) ≈ 4,55 л

Нефтяной баррель (bbl) = 158,987 л

Миля сухопутная = 1609,34 м

Пинта жидкая (США) - liq pt (US) = 0,473 л

Пинта жидкая (Англия) - liq pt (UK) = 0,568 л

Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами

Унция торговая (oz) = 28,3495 г

Унция тройская (oz tr) = 31,1035 г

Унция аптекарская (oz ap) = 31,1035 г

Унция жидкая (fl oz) = 29,5737 см³

Фунт торговый (lb) = 0,45359 кг

Тонна регистровая (tn reg) = 2,83168 м³

Тонна короткая (sh tn) ≈ 907,2 кг (2000 фунтов)

Тонна длинная (tn) ≈ 1016 кг (2240 фунтов)

Центнер короткий (sh cwt) ≈ 45,36 кг

Центнер длинный (cwt) ≈ 50,8 кг

Фунт-силы на квадратный дюйм (psi) = 6,89476 кПа

Фунт-сила (lbf) = 4,44822 Н

Соотношения единиц СИ с внесистемными единицами

Фунт-силы на куб.дюйм (lbf/in^3) = 271,447 кН/м³

Фунт-силы на куб.фут (lbf/ft^3) = 271,447 кН/м³

Пересчет градусов Фаренгейта (°F) в градусы Цельсия (°C):

$$1\text{ }^{\circ}\text{F} = 5/9\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t\text{ }^{\circ}\text{C} = [5(^{\circ}\text{F} - 32)]/9$$

Характерные точки температурной шкалы Фаренгейта:

0 °F –температура смеси льда, соли и нашатыря;

32 °F = 0 °C;

96 °F - нормальная температура человеческого тела (36,7 °C);

212 °F = 100 °C.