

# ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

«Наука начинается там, где начинаются измерения»

Д.И. Менделеев

# Основные термины и определения

- **Метрология** - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.
- **Предмет метрологии** - измерения, их единство и точность.



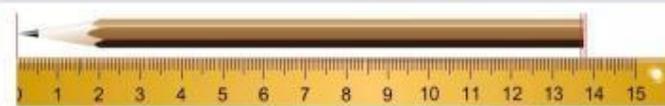
# Основные термины и определения

- **Метрологическое обеспечение** - установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.
- **Измерение** - совокупность операций для определения отношения одной (измеряемой) величины к другой однородной величине, принятой за единицу, хранящуюся в техническом средстве (средстве измерений).

# Основные термины и определения

- **Величина** - это свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно.
- **Меры** – это средства измерения, вещественно воспроизводящие физическую величину заданного размера.

**Погрешность измерений равна половине цены деления шкалы измерительного прибора!**



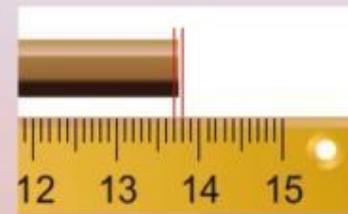
Длина карандаша  $l = 13,7$  см.

Погрешность измерения равна  
 $\Delta l = 0,5$  мм = 0,05 см.

Длину карандаша можно записать:

$$L = (l \pm \Delta l)$$

$$L = (13,7 \pm 0,05) \text{ см}$$



# Задачи метрологии

- установление единиц физических величин, государственных эталонов и образцовых средств измерений;
- разработка теории, методов, средств измерений и контроля;
- обеспечение единства измерений;

# Физические измерительные приборы

- ✗ каждый прибор предназначен для измерения определённой физической величины;
- ✗ каждый прибор, как правило, имеет шкалу;
- ✗ шкалы приборов, предназначенных для измерения одной физической величины, могут отличаться ценой деления.



Мензурки для измерения  
объемов жидкостей



Часы и секундомер для  
измерения времени



Линейки для измерения  
длин отрезков



Амперметры и вольтметры  
для измерения силы электрического  
тока и напряжения в цепи



Термометры для измерения температуры

# Разделы метрологии

1. Теоретическая метрология
2. Законодательная метрология
3. Прикладная метрология



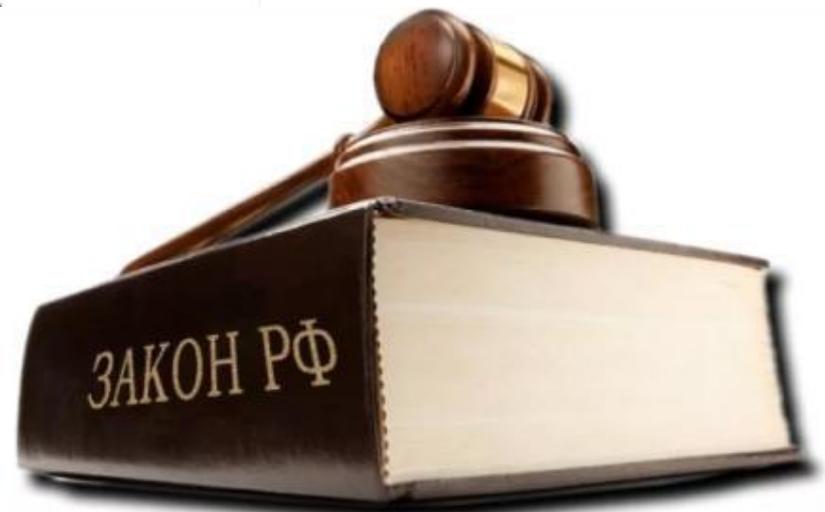
# Теоретическая метрология

- *Теоретическая метрология* - являясь базой измерительной техники, занимается изучением проблем измерений в целом и образующих измерение элементов: средств измерений, физических величин и их единиц, методов и методик измерений, результатов и погрешностей измерений и др.



# Законодательная метрология

- *Законодательная метрология* - разрабатывает и внедряет нормы и правила выполнения измерений, устанавливает требования, направленные на достижение единства измерений, порядок разработки и испытаний средств измерений, устанавливает термины и определения в области метрологии, единицы физических величин и правила применения.



# Прикладная метрология

- *Прикладная (практическая) метрология* - освещает вопросы практического применения разработок теоретической и положений законодательной метрологии. И именно с ее помощью осуществляется метрологическое обеспечение производства.



# Метрологическое обеспечение включает в себя

- учет контрольно-измерительных приборов (КИП)
- обеспечение правильной эксплуатации и хранения приборов
- своевременное изъятие из эксплуатации неисправных КИП
- Представление КИП на поверку



# История развития метрологии

- Двинская грамота Ивана Грозного (1550 г)
- Метрологическая реформа Петра I (1716г)
- Указ «О системе Российских мер и весов» (1835 г)
- Создание Депо образцовых мер и весов (1842 г)
- Подписание Метрической конвенции (1875 г)
- Создание Главной палаты мер и весов (1893 г)
- Введение Международной метрической системы мер и весов (1918 г)
- Создание Государственной системы стандартизации (1970-е годы)
- Принятие закона «Об обеспечении единства измерений» (1993 г)

# Старинные меры длины



*Косая сажень* - расстояние от подошвы левой ноги до конца большого пальца вытянутой вверх правой руки

*1 косая* сажень = 215 см

*Маховая сажень* - расстояние между кончиками пальцев раскинутых рук

*1 маховая* сажень = 151 см

# Старинные русские меры длины

## Старинные русские меры длины

### Малая пядь

Длина малой пяди примерно



**19 см**

### Большая пядь

Длина большой пяди примерно



**23 см**

### Вершок

Длина вершка примерно



**4 см**

### Маховая (простая) сажень

Длина маховой сажени примерно



**176 см**

### Косая сажень

Длина косой сажени примерно



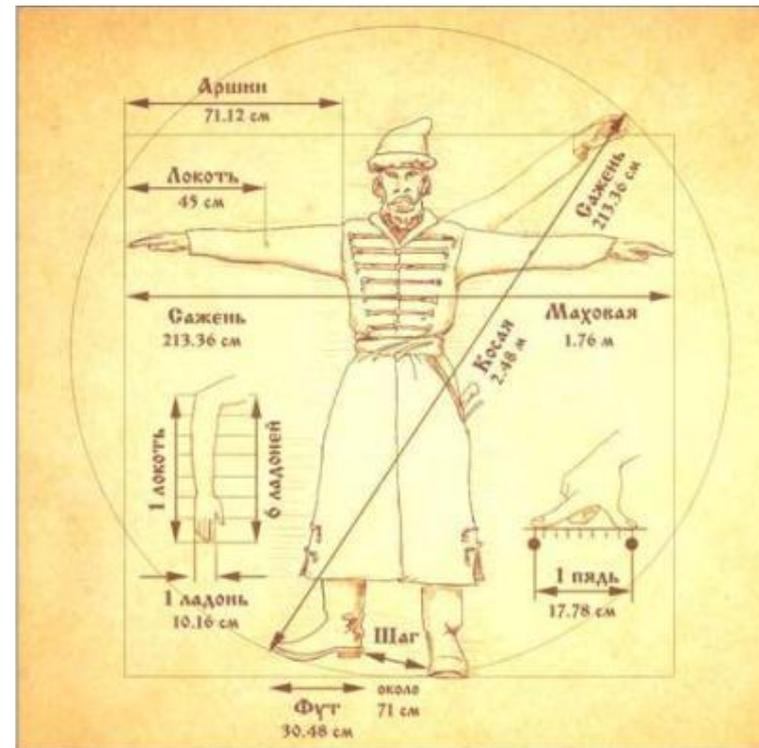
**248 см**

Старинная система мер длины имела такой вид:

**1 верста = 500 косых саженей,**

**1 сажень = 3 аршина,**

**1 аршин = 16 вершков.**



# Единицы измерений

## Единицы длины

1 точка =  
0,254мм

1 линия =  
2,54мм

1 сотка = 2,1336  
см

1 дюйм =  
2,54см

1 вершок =  
4,445 см

1 фут = 30,48  
см

1 аршин =  
0,7112 м

1 сажень =  
2,1336 м

1 верста =  
1066,8 м

## Единицы массы

1 доля = 44,434940  
мг

1 золотник =  
4,265542 г

1 лот = 12,797262 г

1 фунт =  
0,40951741 кг

1 пуд = 16,380496  
кг

## Единицы объема

1 чарка = 1/100 ведра = 0,122994 дм<sup>3</sup>

1 бутылка водочная = 1/20 ведра =  
0,61497 дм<sup>3</sup>

1 бутылка винная = 1/16 ведра =  
0,768712 дм<sup>3</sup>

1 штоф = 1/10 ведра = 1,22994 дм<sup>3</sup>

1 ведро = 12,2994 дм<sup>3</sup>

1 четверть = 0,262387 м<sup>3</sup>(для сыпучих  
материалов)

# Старинные меры длины в пословицах и поговорках:

## Пословицы, поговорки, фразеологизмы

## Значение

Слышно за версту.

Разговаривать очень громко.

Коломенская верста.

Говорят об очень высоком человеке.

Косая сажень в плечах.

Говорят о сильном человеке, богатыре.

Всяк на свой аршин меряет.

Оценивать на свой вкус.

Не продвинуться ни на шаг.

Дело не продвинулось с места.

Семь пядей во лбу.

Говорят об очень умном, мудром человеке.

От горшка два вершка.

Говорят о человеке маленького роста или ребенке.



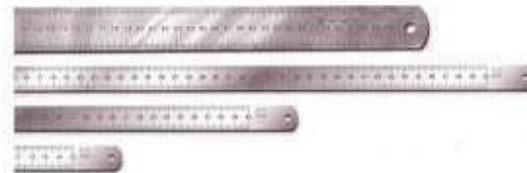
# Международная система физических величин единиц СИ

- Международная система единиц физических величин (SI) принята в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам.



# Основные единицы физических величин (ГОСТ 8.417 - 2002)

метр (м)  
килограмм (кг),  
секунда (с),  
ампер (А),  
кельвин (К),  
моль (моль),  
кандела (кд)



# Основные единицы физических единиц

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Длина	L	Метр	m	м
Масса	M	Килограмм	Kg	кг
Время	t	Секунда	s	с
Сила электрического тока	I	Ампер	A	A
Термодинами- ческая температура	T (K)	Кельвин	K	K
Количество вещества	N	Моль	mol	моль
Сила света	J	кандела	cd	кд

# Производные единицы СИ

ВЕЛИЧИНА	ЕДИНИЦА	
	Наименование	Обозначение
Частота	Герц	Гц
Сила	Ньютон	Н
Давление	Паскаль	Па
Работа, энергия, количество теплоты	Джоуль	Дж
Мощность	Ватт	Вт
Площадь	Квадратный метр	м <sup>2</sup>
Скорость	Метр в секунду	м/с
Объем	Кубический метр	м <sup>3</sup>
Плотность	Килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>
Электрическое напряжение	Вольт	В
Электрическое сопротивление	Ом	Ом

## Множители и приставки, используемые для образования изменений и обозначений десятичных кратных единиц СИ

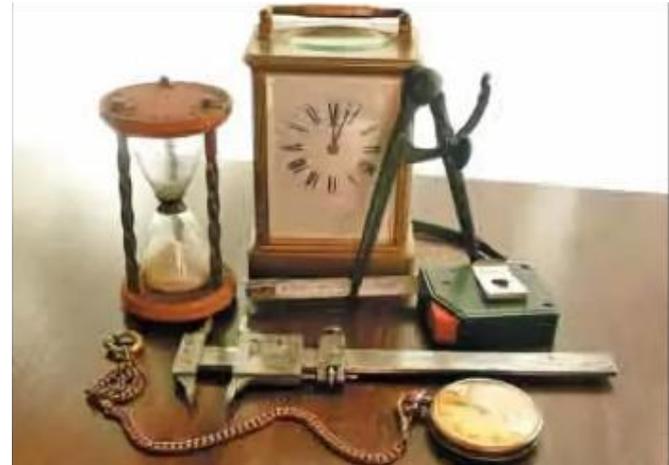
Десятичный множитель	Приставка		Обозначение		Пример
	русская	международная	русское	международное	
$10^1$	дека	deca	да	da	дал — декалитр
$10^2$	гекто	hecto	г	h	гПа — гектопаскаль
$10^3$	кило	kilo	к	k	кН — килоньютон
$10^6$	мега	Mega	М	M	МПа — мегапаскаль
$10^9$	гига	Giga	Г	G	ГГц — гигагерц
$10^{12}$	тера	Tera	Т	T	ТВ — теравольт
$10^{15}$	пета	Peta	П	P	Пфлопс — петафлопс
$10^{18}$	экса	Exa	Э	E	ЭБ — эксабайт
$10^{21}$	зетта	Zetta	З	Z	ЗэВ — зеттаэлектронвольт
$10^{24}$	иотта	Yotta	И	Y	Иг — иоттаграмм

## Множители и приставки, используемые для образования изменений и обозначений десятичных дольных единиц СИ

Десятичный множитель	Приставка		Обозначение		Пример
	русская	международная	русское	международное	
$10^{-1}$	деци	deci	д	d	дм — дециметр
$10^{-2}$	санτι	centi	с	c	см — сантиметр
$10^{-3}$	милли	milli	м	m	мН — миллиньютон
$10^{-6}$	микро	micro	мк	μ	мкм — микрометр, микрон
$10^{-9}$	нано	nano	н	n	нм — нанометр
$10^{-12}$	пико	pico	п	p	пФ — пикофарад
$10^{-15}$	фемто	femto	ф	f	фс — фемтосекунда
$10^{-18}$	атто	atto	а	a	ас — аттосекунда
$10^{-21}$	zepto	zepto	з	z	зКл — зептокулон
$10^{-24}$	иокто	yocto	и	y	иг — иоктограмм

# Эталон единиц физической величины

- *Эталон* единицы физической величины (фр. etalon) - средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы, а также передачу её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.



# Эталоны

- Исходный-обладатель наивысшими метрологическими свойствами, от которого передают размер единицы подчиненным эталонам и средствам измерения
- Рабочий – предназначен для передачи размера единицы рабочим средствам измерения

# Схема передачи размеров от эталонов к рабочим средствам измерения



# Методы и средства измерений

- **Метод измерения** - это совокупность приёмов использования принципов и средств измерений, при которых происходит процесс измерения.



# По характеру зависимости измеряемой величины от времени



# По способу получения результатов измерений



# По условиям, определяющим точность результата измерения



# В зависимости от измерительных средств



# Измерения бывают



# Метрологические характеристики средств измерений

- **Метрологическая характеристика средств измерения** – это характеристика одного из свойств средства измерения, влияющая на результат измерения, и его погрешность.

# ГОСТ 8.009 – 84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерения»

- *Цена деления шкалы*
- *Длина (интервал) деления шкалы*
- *Начальное и конечное значения шкалы*
- *Диапазон измерения средства измерения*
- *Порог чувствительности средства измерения*
- *Погрешность средства измерения*

# Погрешность средств измерения

*Погрешность средства измерения  $\Delta_{си}$*

–это разность между показанием средства измерения  $X_n$  и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины  $X_d$  :

$$\Delta_{си} = X_n - X_d$$

# Критерии оценок при выполнении задания

- «5» - 100% (5 верных ответов)
- «4» - 80% (4– верных ответа)
- «3» - 60 % (3 верных ответа )
- «2» - 40 % и менее (2 и меньше ответов)

