

# Основы метрологии и измерений



**20**  
**мая**

**Всемирный**  
**день**  
**метролога**



День выбран в ознаменование подписания **20 мая 1875 года** в Париже знаменитой **«Метрической Конвенции»** (METRE CONVENTION), на основе которой была создана Межправительственная международная Организация мер и весов



# Общие сведения

---

**Метрология** — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения заданного уровня точности

# Газета "Коммерсантъ" от 18.09.2019, стр. 7

---

Банк России потребовал от некредитных финансовых организаций провести самооценку уровня киберзащищенности на предмет ее соответствия ГОСТу. Получившие письма ЦБ участники рынка, включая крупнейших игроков называют задачу весьма непростой: соответствующие требования в документе не приводятся, стандартов компании не знают. При этом сроки поставлены очень жесткие — отчитаться надо до конца ноября.

# Общие сведения

---

***Предмет метрологии*** (от греч. metron — мера, logos — учение) измерение свойств объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью

# Общие сведения

---

**Основная цель метрологии** -  
извлечение количественной  
информации с помощью средств  
измерений о свойствах объектов и  
процессов

# Общие сведения

---

**Средства метрологии** – совокупность средств измерений и метрологических стандартов, обеспечивающих их рациональное использование

# Общие сведения

## **Основные задачи метрологии:**

- обеспечение единства измерений путем установления единиц физических величин, государственных эталонов и эталонных (образцовых) средств измерений
- обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений
- разработка методов оценки погрешности средств измерений, контроля и испытаний



# Общие сведения

---

## **Современная метрология**

включает три составляющие:

- ▣ *законодательную метрологию*
- ▣ фундаментальную метрологию (*научную*)
- ▣ практическую метрологию (*прикладную*)

# Общие сведения

---

**Теоретическая метрология** связана с разработкой и изучением фундаментальных вопросов теории измерений, т.е. представляет собой основную базу измерительной техники, занимающуюся изучением проблем измерений в целом

# Общие сведения

---

**Законодательная метрология**  
устанавливает обязательные  
технические и юридические  
требования по применению единиц  
физических величин, эталонов,  
видов, методов, методик и средств  
измерений

# Общие сведения

---

**Прикладная метрология** связана с изучением вопросов практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии

# Измерения физических величин

---

216 см



**сажень  
косая  
(казенная)**

# Измерения физических величин

---

**Физическая величина** — свойство, **общее** в качественном отношении для множества объектов, физических систем, их состояний и происходящих в них процессов, но **индивидуальное** в количественном отношении для каждого из них

# Измерения физических величин

---

Качественная сторона понятия «физическая величина» определяет «род» величины (например, электрическое сопротивление как общее свойство проводников электричества), а количественная — ее «размер» (сопротивление конкретного проводника)

# Измерения физических величин

---

Числовое значение результата  
измерения будет зависеть от  
выбора единицы физической  
величины



# Измерения физических величин

---

Физические величины разделяют  
на **измеряемые**  
и **оцениваемые**



# Измерения физических величин

---

Физические величины, для которых по каким-либо причинам не может быть введена единица измерения, могут быть только оценены



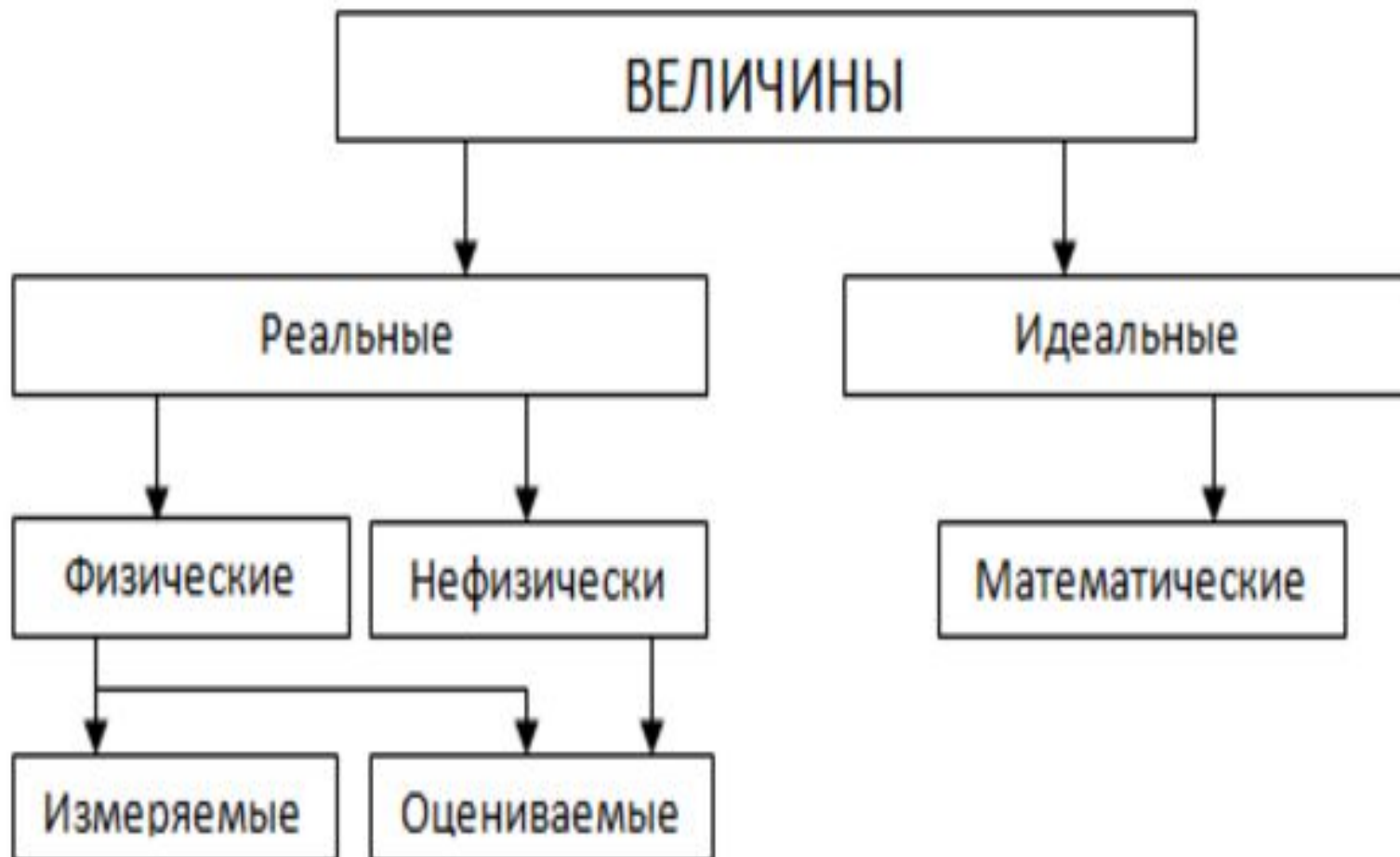
# Измерения физических величин

---

**Оценивание** — операция приписывания данной физической величине определенного числа принятых для нее единиц, проведенная по установленным правилам

# Измерения физических величин

---



# Измерения физических величин

---

**Идеальные величины** главным образом относятся к области математики и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий

Они вычисляются тем или иным способом

# Измерения физических величин

---

**Реальные величины** делятся на

*физические*

*и нефизические*

# Измерения физических величин

---

Физическая величина в общем случае может быть определена как величина, свойственная материальным объектам (процессам, явлениям), (изучаемым в естественных (физика, химия) и технических науках



# Измерения физических величин

---

К нефизическим величинам относятся величины, присущие общественным (нефизическим) наукам

философия

социология

экономика

# Измерения физических величин

---

Физическая  
характеризуется  
значениями:

величина  
три

- ИСТИННЫМ
- действительным
- измеренным

# Измерения физических величин

---

**Истинным  
физической**

**значением  
величины**

называется значение физической  
величины, которое идеальным  
образом отражало бы в  
качественном и количественном  
отношениях соответствующее  
свойство объекта

# Измерения физических величин

---

***Погрешность*** — это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины



$L=8 \text{ cm}$

Что  
измерено  
точнее?

$t=6^{\circ}\text{C}$



# Измерения физических величин

---

**Действительным значением** физической величины называется значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него

# Измерения физических величин

---

Для действительного значения физической величины существуют границы, в пределах которых с заданной вероятностью находится истинное значение физической величины

# Измерения физических величин

---

Под **измеренным значением** понимается значение величины, отсчитанное по отсчетному устройству средства измерения



# Международная система единиц

---

***Единица физической величины***  
— физическая величина, которой по определению присвоено стандартное числовое значение, равное 1

# Международная система единиц

---

***Шкала физической величины*** -  
принятая по соглашению  
последовательность значений  
одноименных величин различного  
размера

# Международная система единиц

---

Единицы физических величин подразделяются на **основные** и **производные** и объединяются в соответствии с принятыми принципами в **системы единиц физических величин**

# Международная система единиц

---

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

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

# Международная система единиц

---

В России действует ГОСТ 8.417—81 «ГСИ. Единицы физических величин», устанавливающий Международную систему единиц СИ (SI — от франц. *Systeme International*)

Система измерений СИ утверждена XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 г. В основу данной системы положены семь основных и две дополнительные единицы

# Международная система единиц

## Основные и дополнительные единицы СИ

Величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение	
		Русское	Международное
<i>Основные</i>			
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Сила света	канделла	кд	cd
Количество вещества	моль	моль	mol
<i>Дополнительные</i>			
Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

# Международная система единиц

---

**Дополнительные единицы СИ** используются для образования единиц угловой скорости, углового ускорения

**Производные единицы СИ** образуются с помощью простейших уравнений между величинами, в которых числовые коэффициенты равны единице

# Международная система единиц

## примеры производных единиц СИ

Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через единицы СИ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$c^{-1}$
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \text{ кг } c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \text{ кг } c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \text{ кг } c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \text{ кг } c^{-3}$
Количество электричества	$TI$	кулон	Кл	$c \text{ А}$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \text{ кг } c^{-3} \text{ А}^{-1}$
Электрическая ёмкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$m^{-2} \text{ кг}^{-1} c^4 \text{ А}^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \text{ кг } c^{-3} \text{ А}^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сименс	См	$m^{-2} \text{ кг}^{-1} c^3 \text{ А}^2$
Поток магнитной индукции	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Вб	$m^2 \text{ кг } c^{-2} \text{ А}^{-1}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$\text{кг } c^{-2} \text{ А}^{-1}$
Индуктивность	$L^2 M T^{-2} I^{-2}$	генри	Гн	$m^2 \text{ кг } c^{-2} \text{ А}^{-2}$
Световой поток	$J$	люмен	лм	кд ср
Освещённость	$L^{-2} J$	люкс	лк	$m^{-2} \text{ кд ср}$
Активность радионуклида	$T^{-1}$	беккерель	Бк	$c^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	$L^2 T^{-2}$	грей	Гр	$m^2 c^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	$L^2 T^{-2}$	зиверт	Зв	$m^2 c^{-2}$



# Международная система единиц

---

Единицы физических величин делят:

***системные***

***внесистемные***

# Международная система единиц

**Системная единица** – единица физической величины, входящая в одну из принятых систем

## *Системы единиц*

- СГС (сантиметр-грамм-секунда)
- МКС (метр-килограмм-секунда)
- МКСА (метр-килограмм-секунда-ампер)
- МКСК (метр-килограмм-секунда-кельвин)
- МКГСС (метр-килограмм сила-