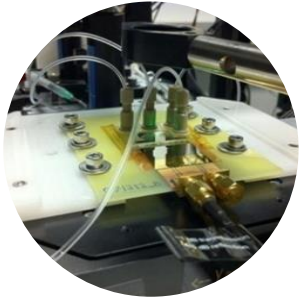




ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

Разделы метрологии:



1. Теоретическая метрология – фундаментальные основы науки.



2. Прикладная метрология – ее практическое применение.



3. Законодательная метрология – комплекс норм, правил и требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства измерений и необходимой точности.



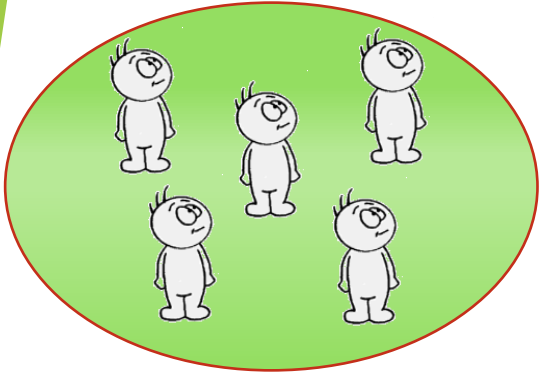
Решаемые задачи

- ▶ Разработка общей теории измерений единиц физических величин и их систем.
- ▶ Разработка методов и средств измерений.
- ▶ Разработка методов определения точности измерений.
- ▶ Разработка основ обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений, эталонов и образцовых средств измерений.
- ▶ Разработка методов передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерений к рабочим средствам измерений.

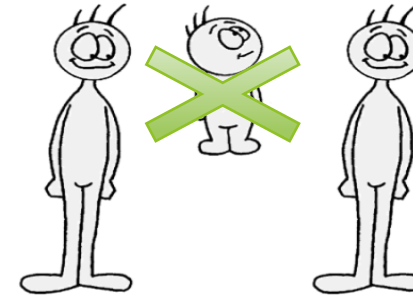
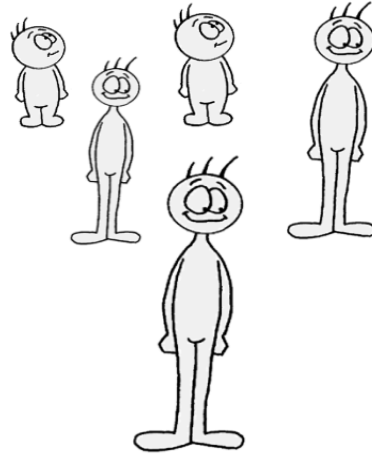


ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ СВОЙСТВА

Свойство объекта



Общие свойства



Различные свойства

Величина — это свойство чего либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно

Температура

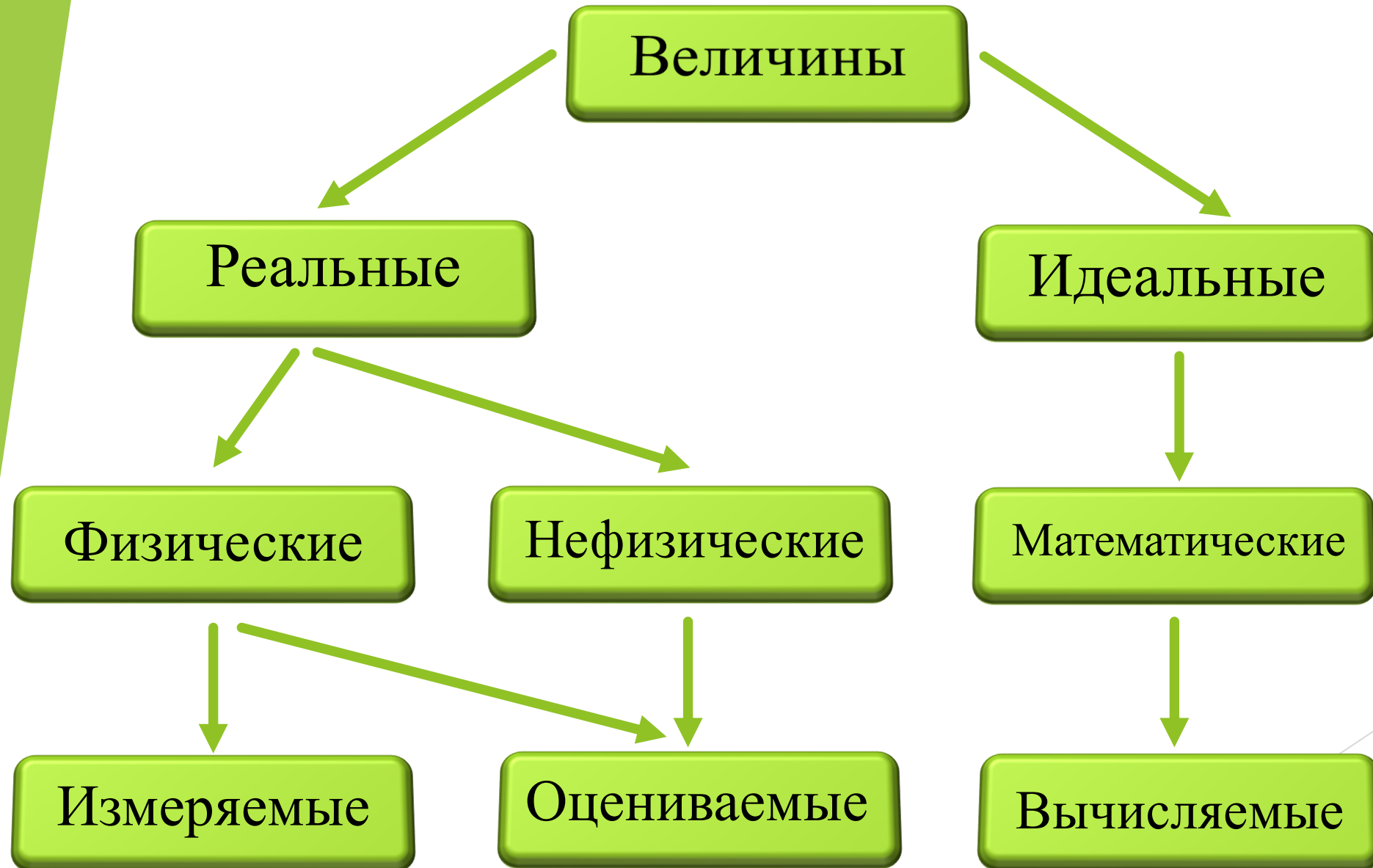
Расстояние

Твердость

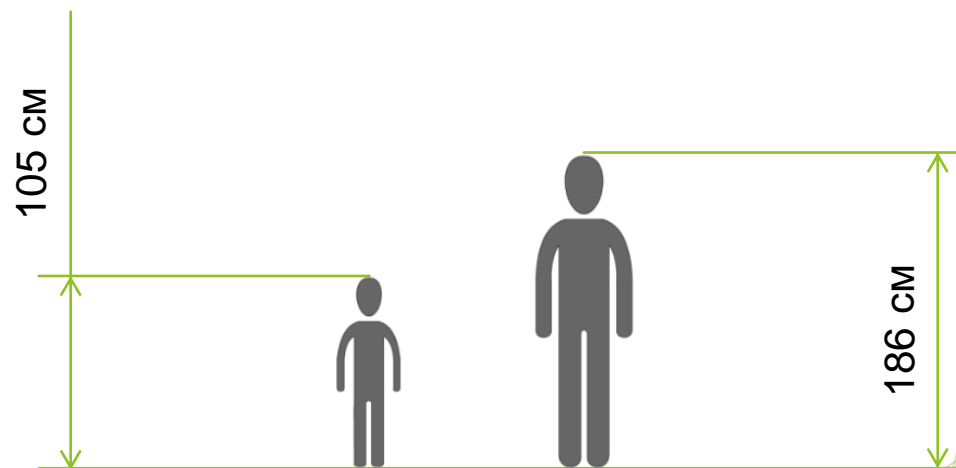
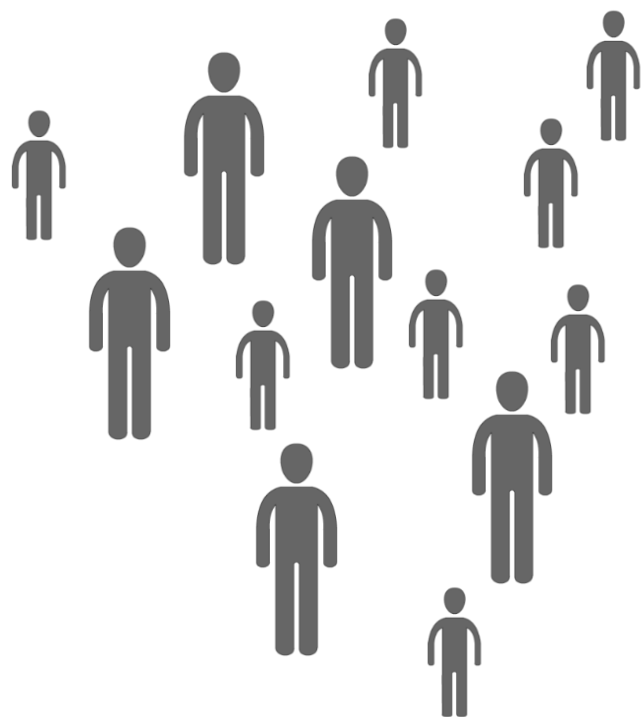
Скорость

Сила

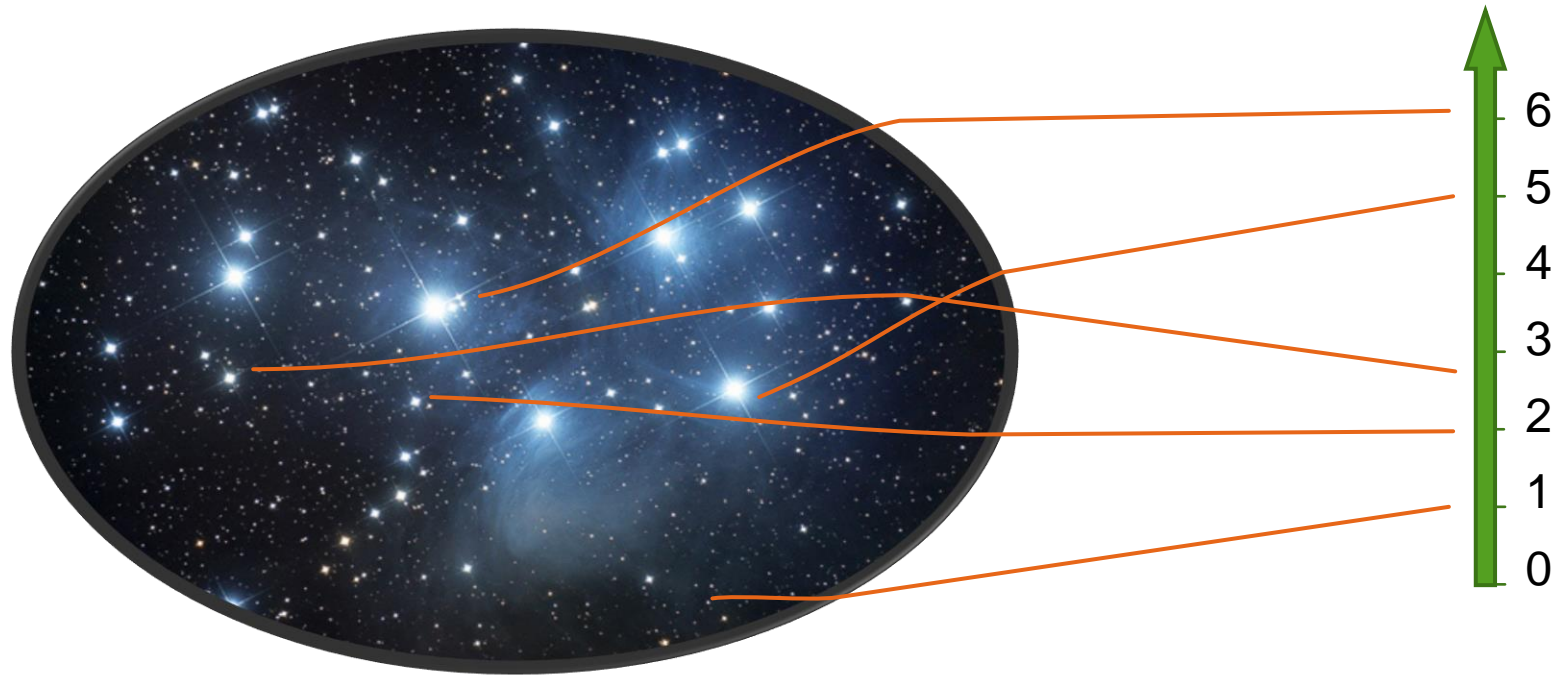
Виды величин



Физическая величина (ФВ) – это характеристика одного из свойств физического объекта, общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта.



Шкала величины – это упорядоченная последовательность ее значений, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений.

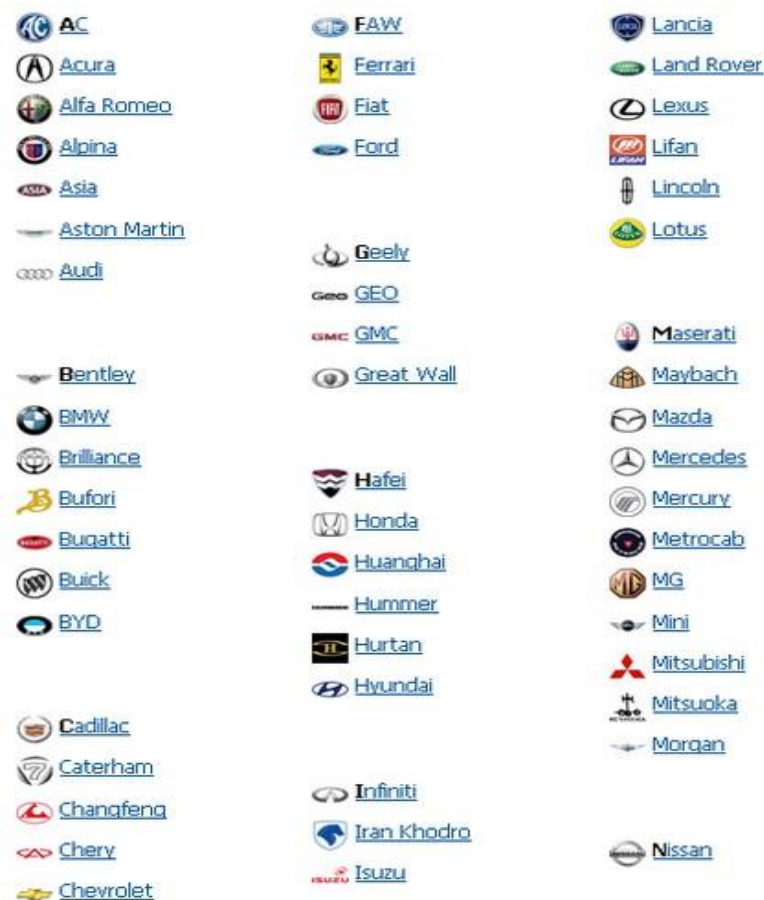


Шкала наименований используется для измерения значений качественных признаков.

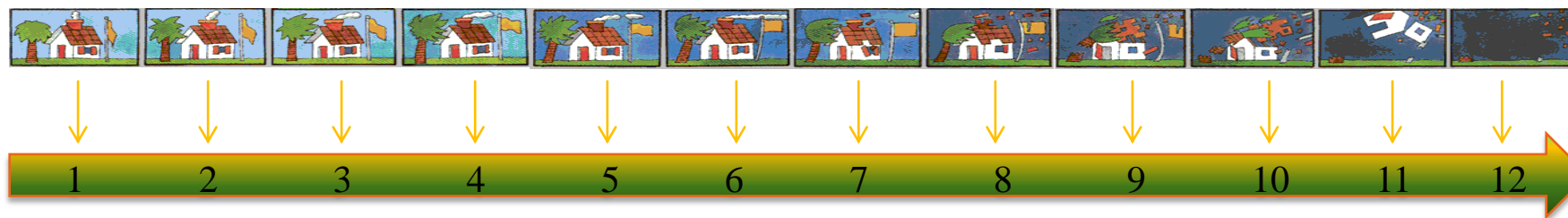
Атлас цветов

1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007
1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018
1019	1020	1021	1023	1024	1027	1028	1032
1033	1034	2000	2001	2002	2003	2004	2008
2009	2010	2011	2012	3000	3001	3002	3003
3004	3005	3007	3009	3011	3012	3013	3014
3015	3016	3017	3018	3020	3022	3027	3031
4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	4008
4009	5000	5001	5002	5003	5004	5005	5007
5008	5009	5010	5011	5012	5013	5014	5015
5017	5018	5019	5020	5021	5022	5023	5024
6000	6001	6002	6003	6004	6005	6006	6007
6008	6009	6010	6011	6012	6013	6014	6015
6016	6017	6018	6019	6020	6021	6022	6024
6025	6026	6027	6028	6029	6032	6033	6034
7000	7001	7001	7002	7003	7004	7005	7006
7008	7009	7010	7011	7012	7013	7015	7016
7021	7022	7023	7024	7026	7030	7031	7032
7033	7034	7035	7036	7037	7038	7039	7040
7042	7043	7044	8000	8001	8002	8003	8004
8007	8008	8011	8012	8014	8015	8016	8017
8019	8022	8023	8024	8025	8028	9001	9002
9003	9004	9005	9010	9011	9016	9017	9018

Каталог автомобилей



Шкала порядка (ранга) монотонно убывает или возрастает. Позволяет установить соотношение больше/меньше между величинами, характеризующими свойство.



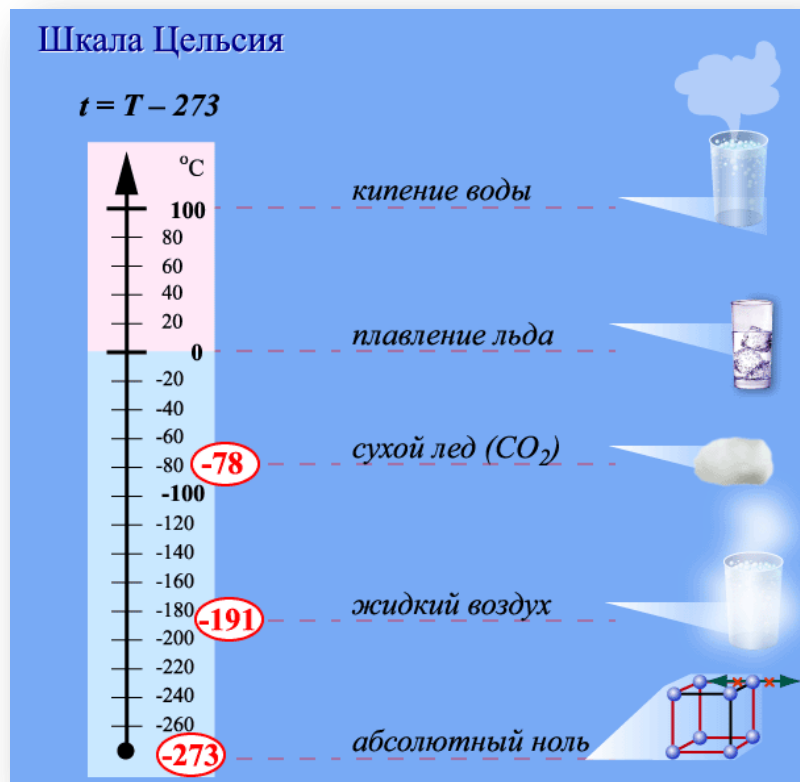
Шкала силы ветра Бофорта

Шкала твердости минералов Мооса

Mineral	Mohs Hardness	Image	Mineral	Mohs Hardness	Image
Talc	1		Feldspar	6	
Gypsum	2		Quartz	7	
Calcite	3		Topaz	8	
Fluorite	4		Corundum	9	
Apatite	5		Diamond	10	

Шкала разностей (интервалов) отличается от шкалы порядка тем, что здесь имеет значение не только порядок следования величин, но и величина интервала между ними.

Температурная
шкала Цельсия

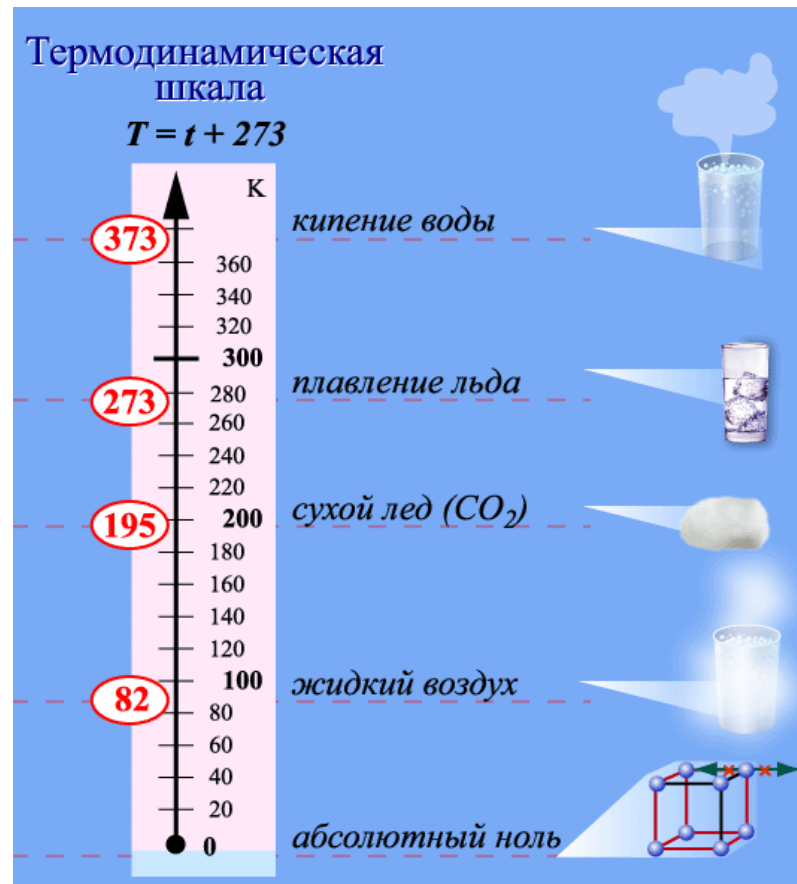


Летоисчисление

Эра	Период	Начало периода, млн. лет назад	Длительность периода, млн. лет	Длительность эры, млн. лет
КАРИНОЗОЙСКАЯ	Четвертичный (антропогенный)	2	2	65
	Неогеновый	25 ± 2	23	
	Палеогеновый	66 ± 3	41	
МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловой	132 ± 5	66	169
	Юрский	185 ± 5	53	
	Триасовый	235 ± 10	50	
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	Пермский	280 ± 10	45	335
	Каменноугольный	345 ± 10	65	
	Девонский	400 ± 10	55	
	Силурийский	435 ± 10	35	
	Ордовикский	490 ± 15	55	
	Кембрийский	570 ± 20	80	

Шкала отношений – это интервальная шкала, в которой присутствует естественная нулевая точка.

Термодинамическая
шкала



Шкала массы



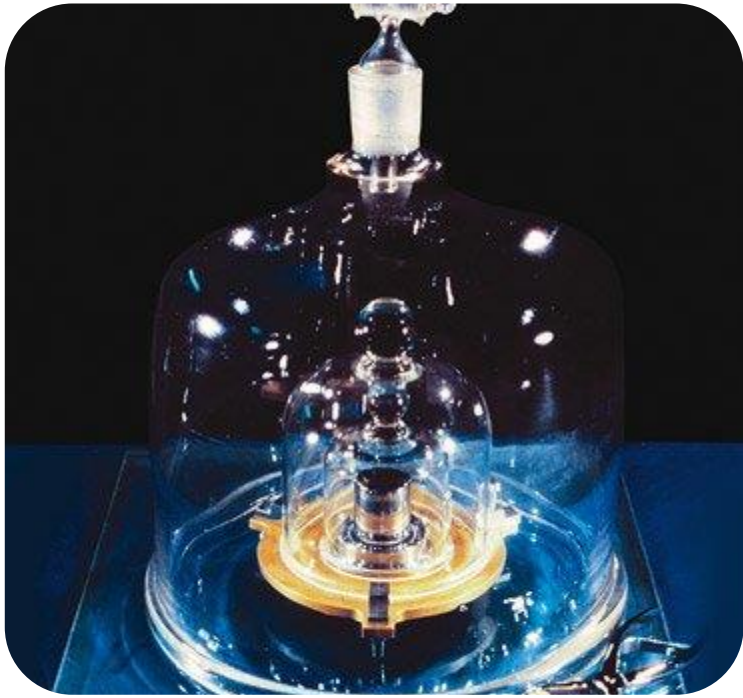
Абсолютная шкала обладает всеми признаками шкалы отношений, но при этом имеет безразмерную единицу измерения.

Шкала коэффициента
полезного действия

Двигатель	η в %
Паровая машина	1
Паровоз	7–9
Карбюраторный двигатель	20–30
Газовая турбина	35–40
Ракетный двигатель	47

Шкала коэффициента
отражения

Цвет окрашенной поверхности	Кэф-фициент отражения света	Цвет окрашенной поверхности	Кэф-фициент отражения света
Белый	0,90	Серый (алюминиевый)	0,42
Белая палитра	0,84	Зеленый (цвет шалфея)	0,41
Белый полуматовый	0,82	Бежевый	0,38
Слоновая кость	0,75	Желто-коричневый	0,25
Кремово-белый	0,72	Коричневый	0,23
Салатный (желто-зеленый)	0,70	Оливковый (зеленый)	0,20
Светло-розовый	0,69	Темно-коричневый	0,15
Светло-бежевый	0,62	Темно-серый	0,15
Светло-желтый	0,60	Темно-зеленый	0,10
Светло-красная киноварь	0,56	Темно-красный	0,09
Светло-серый	0,53	Черный	0,04



Система физических величин — это совокупность взаимосвязанных ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие являются функциями независимых величин.

Система физических
величин

Основные единицы величин

Производные единицы
величин

Когерентные единицы
величин

Английская система мер

Использовалась до введения метрической системы в большинстве европейских стран и их колониях.

УНЦИИ (OZ)	ГРАММЫ
1	25
2	50
3	75
4 (1 ФУНТ, LB)	125
5 OZ	150
6 OZ	175
7 OZ	200
8 OZ (1/2 LB)	250
9 OZ	275
10 OZ	300
12 OZ (3/4 LB)	375
16 OZ (1 LB)	500
2 LB	1 КГ

В основу мер длины были положены пропорции человеческого тела.



Длина:

1 дюйм (inch) = 2,54 см

1 фут (foot) = 12 дюймам = 0,3048 м

1 миля (mile) = 5280 футов = 1,609344 км

Вес:

1 фунт (pound) = 453,59237 г

Площадь:

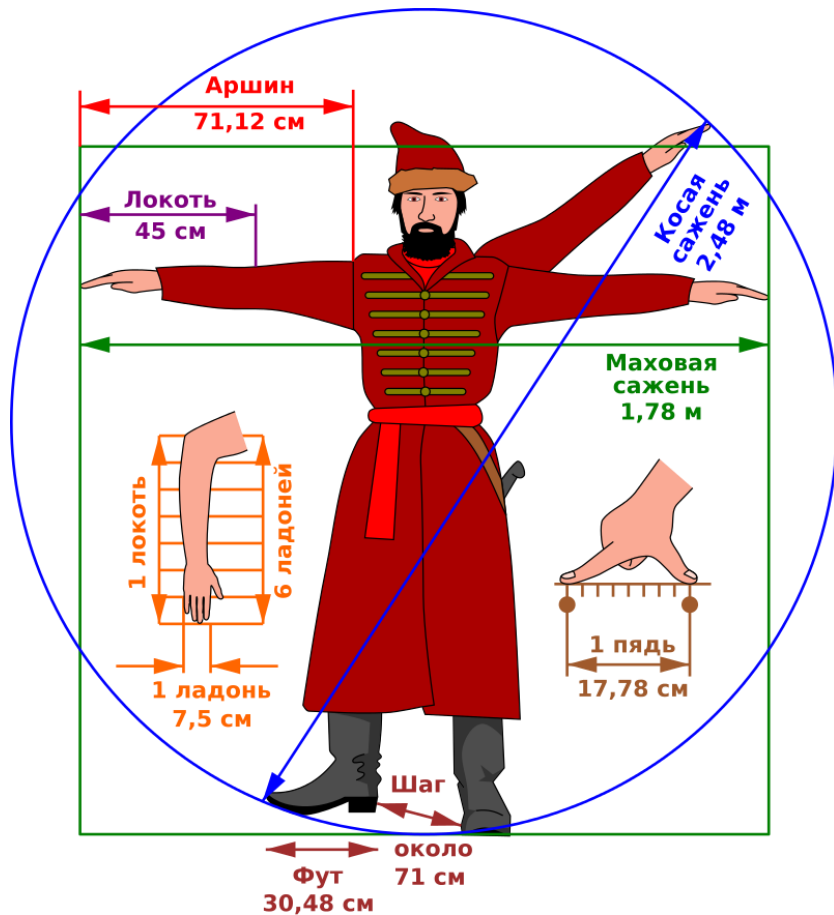
1 фут² (square foot) = 144 дюймам² = 929,03 см²

Объем:

1 унция жидкая (fl oz) = 28,413063 мл (см³)

Русская система мер

Система мер, традиционно применявшихся на Руси и в Российской империи. Позже на смену русской системе пришла метрическая, которая была допущена к применению в России по закону от 4 июня 1899 года.



МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ



Международная система единиц (СИ)

Système International (SI) – система единиц физических величин, современный вариант метрической системы.

Разработана и утверждена на 11 Генеральной конференции по мерам и весам в 1960 г.



Страны, не использующие СИ:

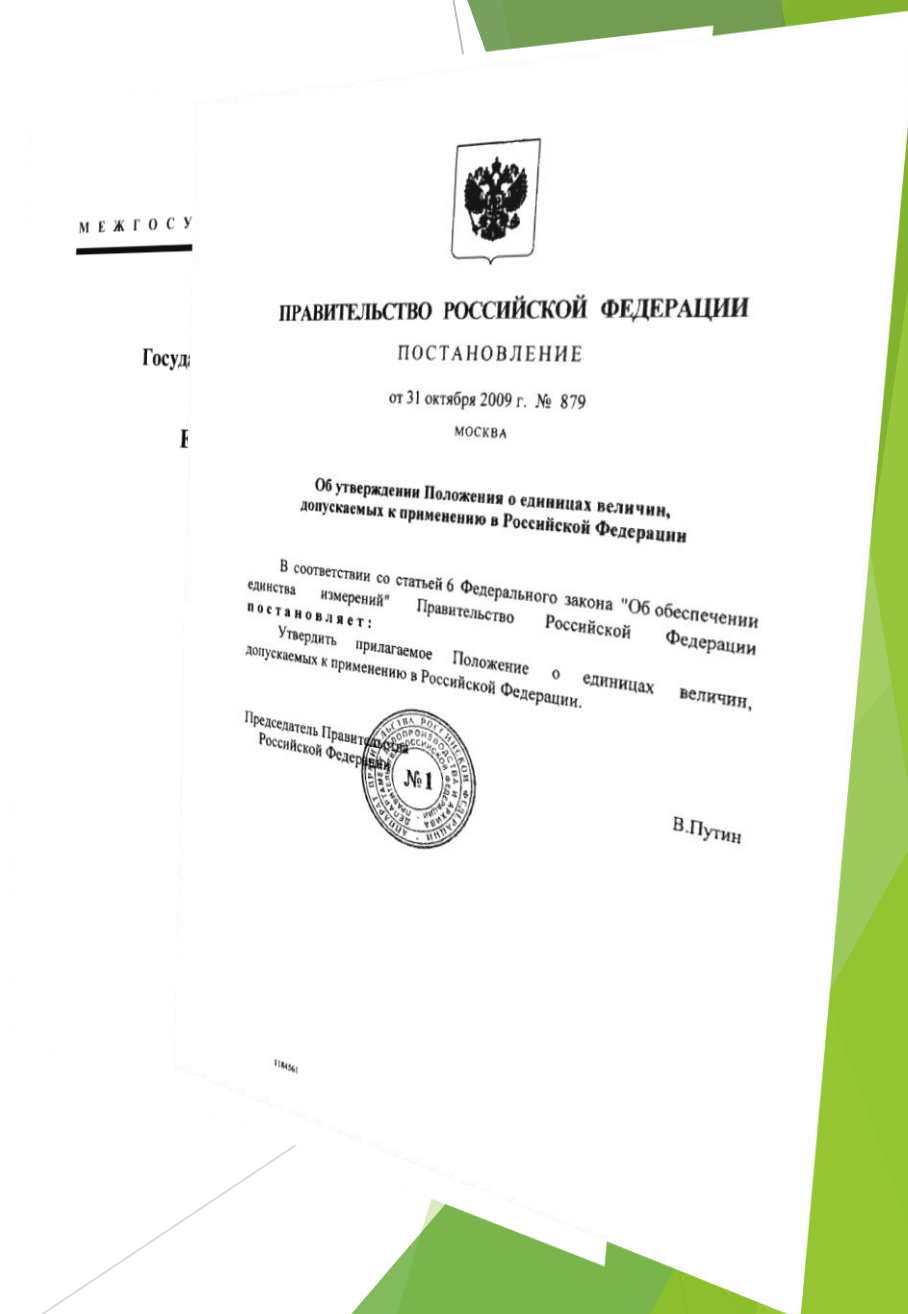
- Либерия;
- Мьянма;
- США.

Основные единицы СИ

1. Единица длины – метр (м)
2. Единица массы – килограмм (кг)
3. Единица времени – секунда (с)
4. Единица силы электрического тока – ампер (А).
5. Единица термодинамической температуры – Кельвин (К)
6. Единица силы света – кандела (Кд)
7. Единица количества вещества – моль (моль)

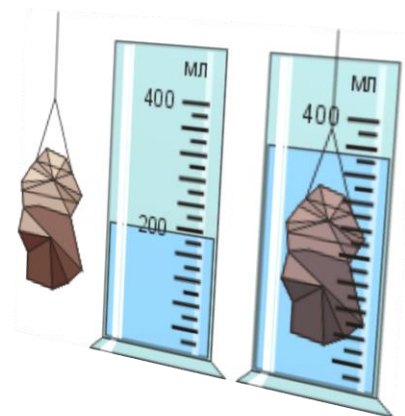
Основные преимущества Международной системы единиц:

1. Унификация единиц физических величин на базе СИ.
2. Международная система является универсальной системой.
3. Основные и большинство производных единиц СИ имеют удобные для практического применения размеры.
4. Упрощается запись уравнений и формул в различных областях науки и техники.





ВИДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

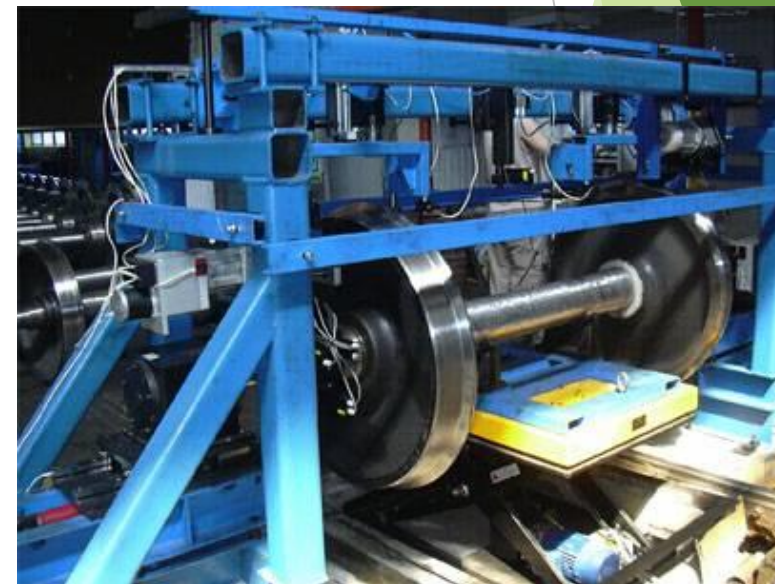


Измерение – совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу, или воспроизводящую шкалу физической величины, заключающихся в сравнении измеряемой величины с ее единицей или шкалой с целью получения значения этой величины в форме, наиболее удобной для использования.

Основное уравнение измерения:

$$Q = q [Q],$$

где Q – истинное значение физической величины, q – числовое значение физической величины, $[Q]$ – единица измерения физической величины.



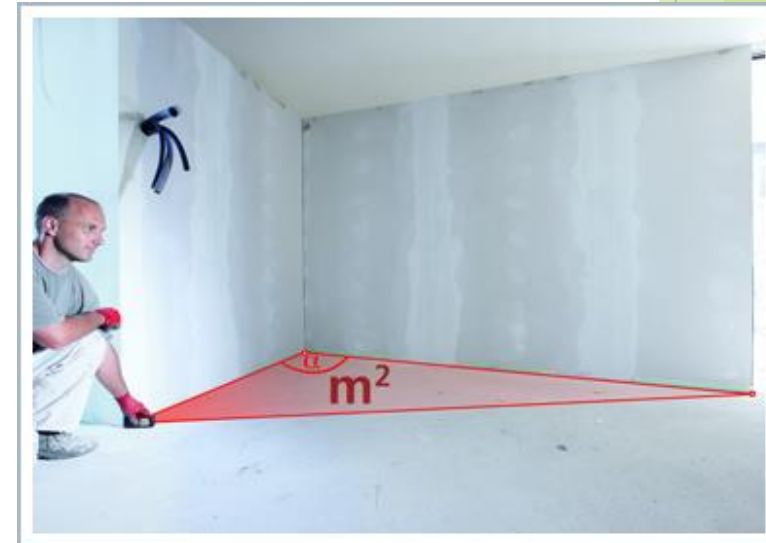
Классификация измерений

1. По общим приемам получения результатов измерений:

Прямые измерения – это измерения, проводимые прямым методом, при котором искомое значение величины получают непосредственно по шкале прибора.



Косвенные измерения – это измерения, проводимые косвенным методом, при котором искомое значение физической величины определяется на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

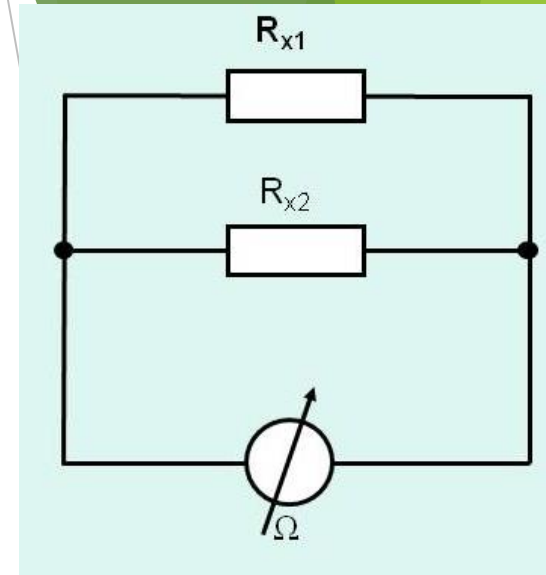


Классификация измерений

1. По общим приемам получения результатов измерений:

Совокупные измерения – это проводимые одновременно измерения нескольких величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях различных сочетаний этих величин.

Совместные измерения – это проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними.



Классификация измерений

2. По числу измерений в ряду измерений:

Однократные измерения – это измерения, выполняемые от одного до трех раз.



Многократные измерения – это измерения одного и того же размера физической величины, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений.



Классификация измерений

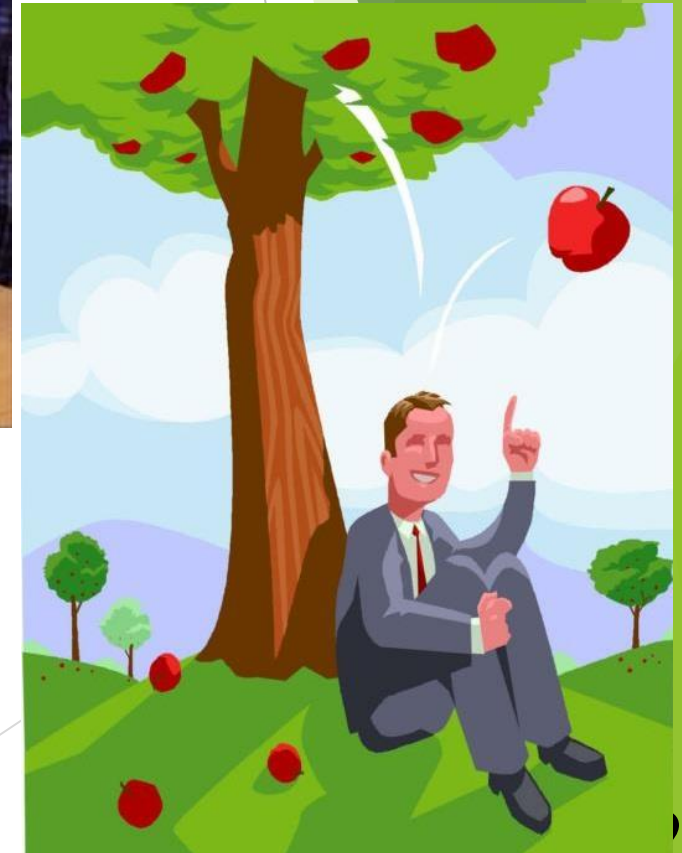
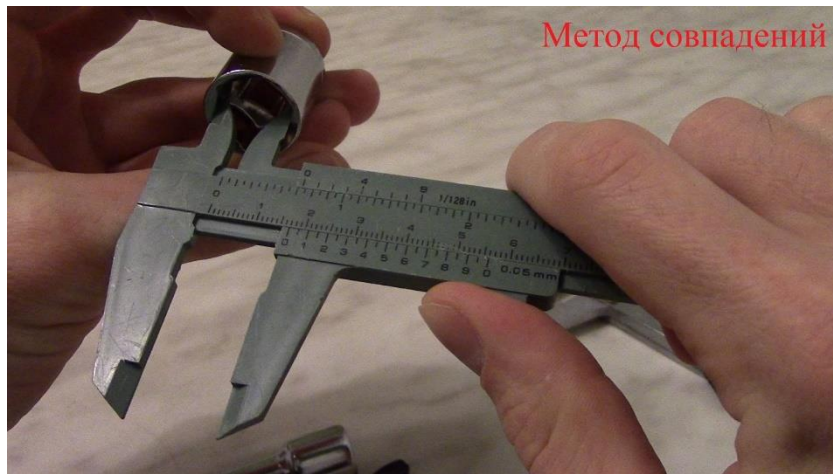
3. По характеристике точности:

Равноточные измерения – это ряд измерений физической величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях и одним и тем же оператором.

Неравноточные измерения – это ряд измерений, выполненных различными по точности средствами измерений и (или) в нескольких разных условиях.

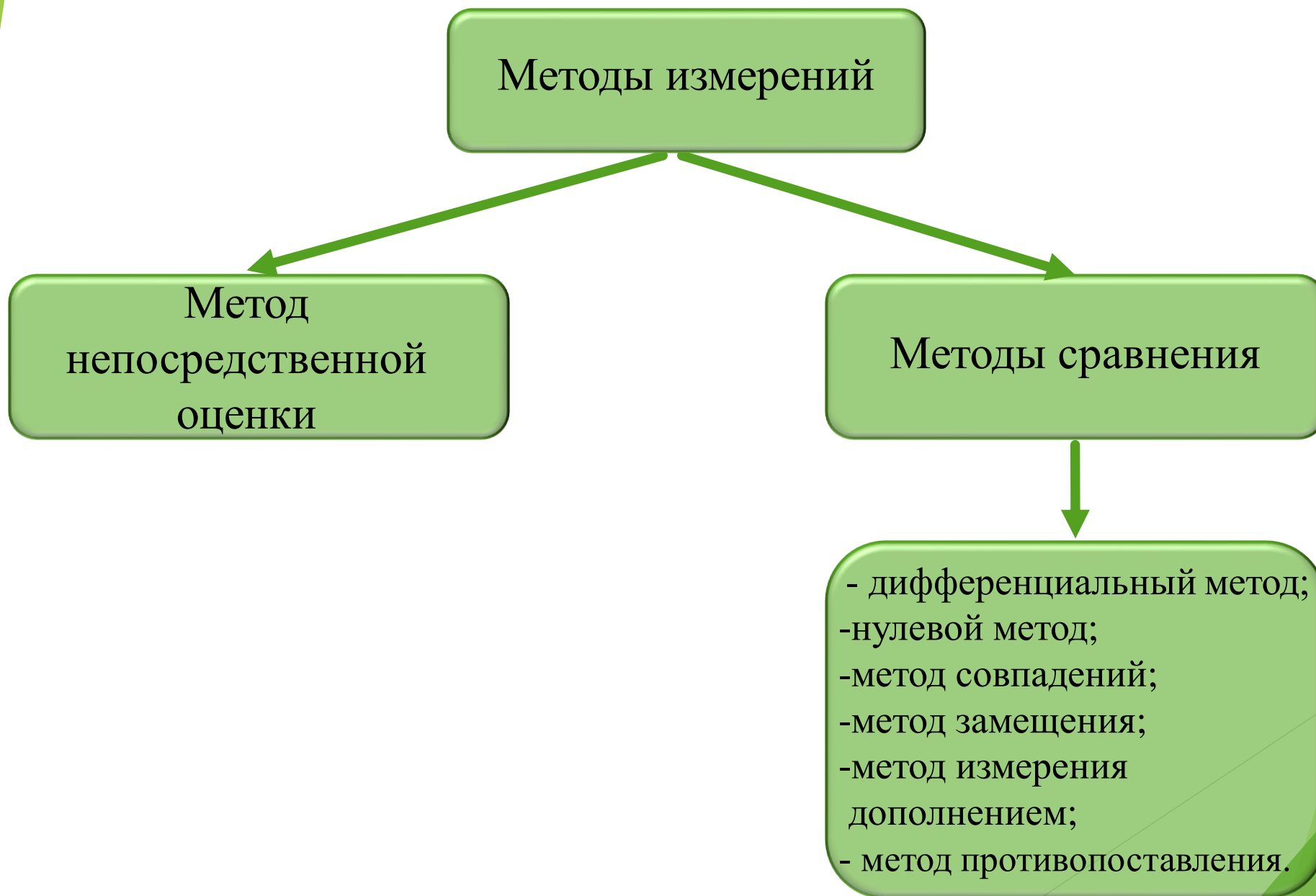
МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Метод измерений – прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



Принцип измерения – физические явления или эффекты, положенные в основу измерения тем или иным типом средств измерений.

Классификация методов измерений

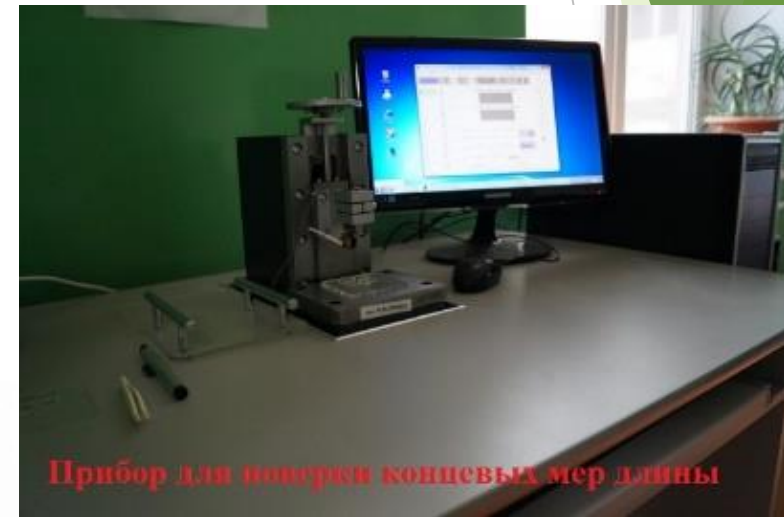
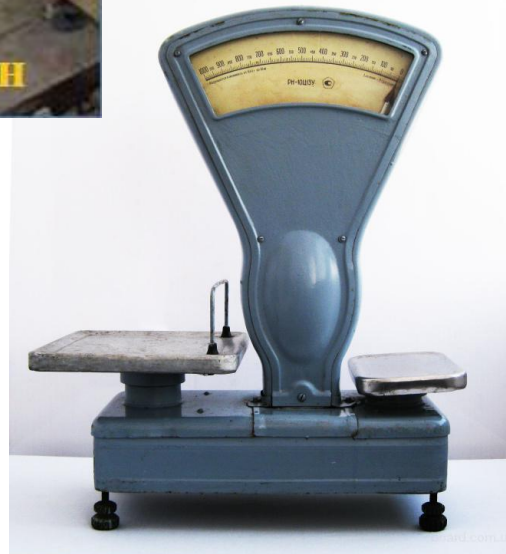


Метод непосредственной оценки – значение величины определяется непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора.

Весы железнодорожные



Дифференциальный метод – измеряемую величину сравнивают с однородной величиной (мерой), имеющей известное значение. О значении величины судят по разности между двумя этими величинами.



Нулевой метод – метод, при реализации которого результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры доводят до нуля.



Метод совпадений – метод, при осуществлении которого разность между измеряемой величиной и мерой, измеряют, используя совпадение меток шкал.



Метод замещения – метод сравнения с мерой, с помощью которого измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины.

Метод измерений дополнением – метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины дополняется мерой этой же величины с таким расчетом, чтобы на прибор воздействовала сумма, равная заранее заданному значению.

Метод противопоставления – метод сравнения с мерой, в котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами.

Классификация методов измерений

