Лекция № 7

Основы метрологии. Международная система единиц физических величин. Закономерности формирования результата измерения, алгоритмы обработки многократных измерений

Метрология

- (от греч. «метрон» - мера, «логос» - учение) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

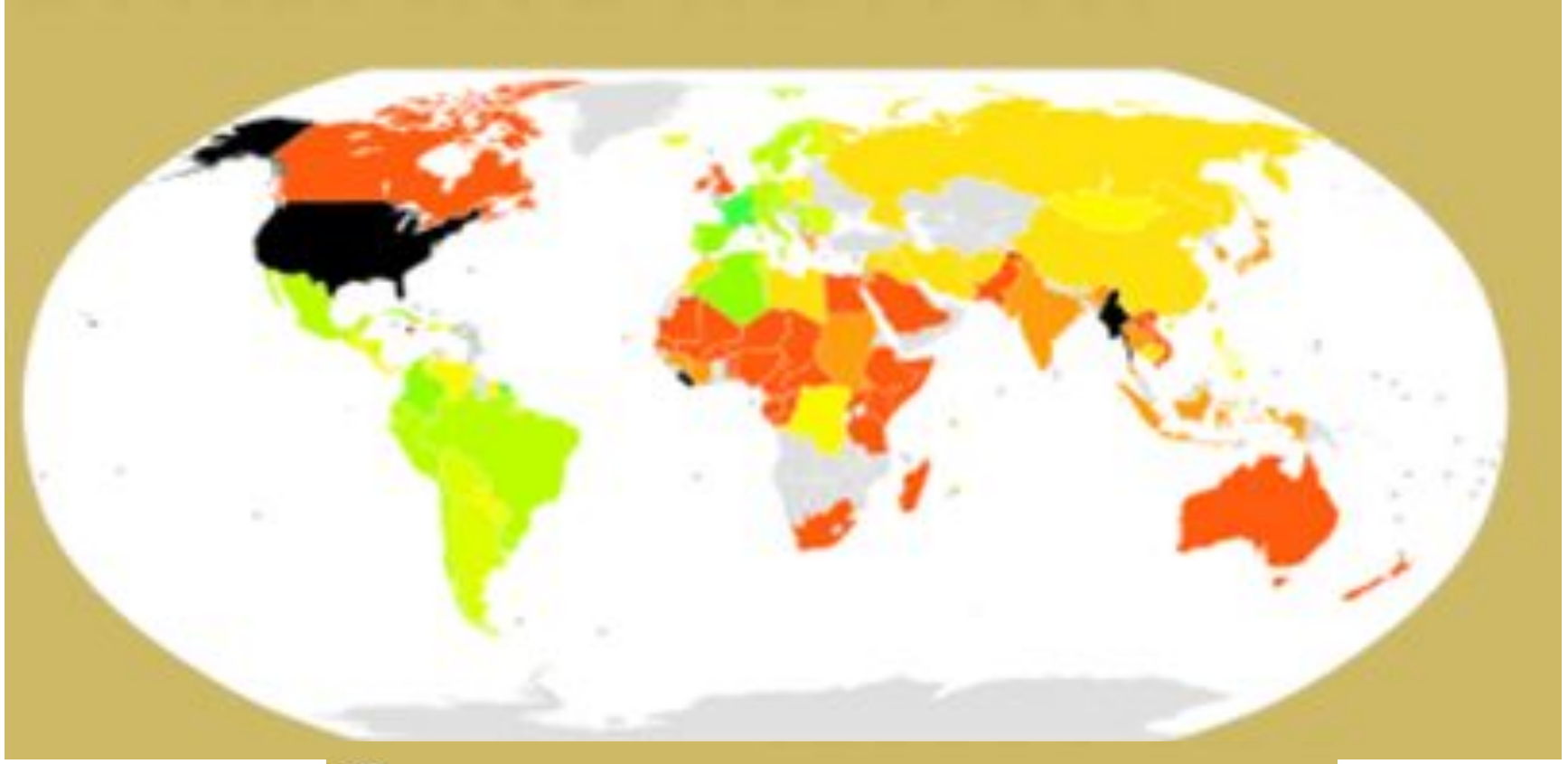
Основные задачи Метрологии:

- **установление единиц физических величин и их эталонов,**
- **создание методов и средств измерений,**
- **обеспечение единства измерений,**
- **разработка методов оценки погрешностей измерений.**

СИ (SI, фр. Le Système International d'Unités),

(Система Интернациональная)

- международная система единиц, современный вариант метрической системы.



Даты перехода на метрическую систему :

до 1800

1820

1840

1860

1880

1900

1920

1940

1960

1980

неизвестно

не перешли

В 1960 г. На 11ой Международной конференции по мерам и весам для обеспечения единства измерений в стране введена **Международная система единиц (СИ)**. На ее основе разработан

ГОСТ 8.417-2002

«ГСИ. Единицы величин»

О**сновные единицы**:

- длина – метр (м),
- масса – килограмм (кг),
- времени – секунда (с),
- силы электрического тока – ампер (А),
- термодинамической температуры – Кельвин (К),
- силы света – Кандела (Кд),
- количества вещества – моль (моль),

50 производных.

Таблица 1 - Основные единицы СИ

Величина		Единица			
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		Определение
			международное	русское	
Длина	**L**	**метр**	**m**	**м**	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299 792 458 s [XVII ГКМВ (1983 г.) Резолюция 1]
Масса	**M**	**килограмм**	**kg**	**кг**	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма [I ГКМВ (1889 г.) и III ГКМВ (1901 г.)]
Время	**T**	**секунда**	**s**	**с**	Секунда есть время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1]
Сила электрического тока	**I**	**ампер**	**A**	**А**	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 m один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 m силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ N [МКМВ (1946 г.), Резолюция 2, одобренная IX ГКМВ (1948 г.)]
Термодинамическая температура	**Θ**	**кельвин**	**K**	**К**	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4]
Количество вещества	**N**	**моль**	**mol**	**моль**	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 kg. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [XIV ГКМВ (1971 г.), Резолюция 3]
Сила света	**J**	**кандела**	**cd**	**кд**	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 W/sr [XVI ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3]

Производные единицы

Производные единицы могут быть выражены через основные с помощью математических операций: умножения и деления. Некоторым из производных единиц, для удобства, присвоены собственные названия, такие единицы тоже можно использовать в математических выражениях для образования других производных единиц.

Примеры:

- Единица силы – 1Н (Ньютон) = m * a = 1 кг * 1 м/$с^2$ = 1 кг * м / $с^2$
- Единица работы – А (Ампер) = 1 = 1 Дж (Джоуль)
- Единица мощности – 1 Дж / 1 с = кг * $м^2$ / $с^3$ = 1 Вт (Ватт)
- Единица давления – Ра (Паскаль) = 1 Н/ 1$м^2$ = кг * м / $с^2$ * м = 1Па (Паскаль)

Некоторые устаревшие русские и распространенные в англоязычных странах неметрические единицы и их значения в единицах

Единица измерения	Значение в единицах СИ, кратных и дольных от них
Аршин	0,7112 м
Верста	1066,8 м
Вершок	0,04445 м
Золотник	0,00427 кг
Пуд	16,38 кг
Фунт	0,4095 кг
Дюйм	0,0254 м
Миля	1800 м
Фут	0,3084 м
Ярд	0,9144 м
Унция	0,0283 кг

Средство измерений (СИ)

- техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее или хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменной в течение известного интервала времени.

ГОСТ 8.057-80

Средства измерения принято классифицировать по виду, принципу действия и метрологическому назначению.

По метрологическому назначению:

Мера физической величины

— средство измерения, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью

Концевые **меры длины** плоскопараллельные стальные.

МЕРА - ЭТО СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ ЗАДАННОГО РАЗМЕРА.

Так на Руси пользовались мерами длины такими, как: сажень, аршин, вершок

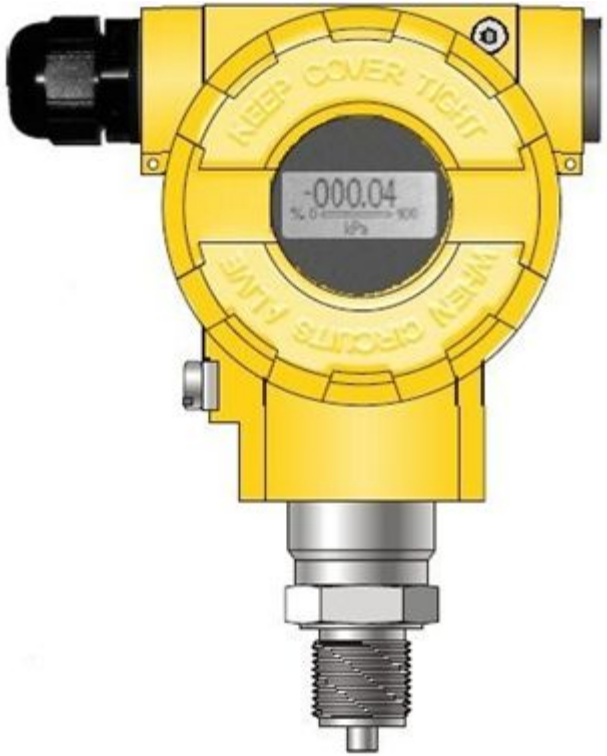
Измерительный прибор

— средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.

Измерительный преобразователь

— техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи

РОСА-10 - **измерительный преобразователь** температуры и влажности.



Измерительный преобразователь давления (интеллектуальный) АРС-2000AL

Датчик – конструктивно обособленный первичный преобразователь, от которого поступают измерительные сигналы (он “дает” информацию).

Датчики метеорологического зонда или стационарной метеостанции:

- передают измерительную информацию о температуре, давлении, влажности и других параметрах атмосферы,

- могут находиться на значительном расстоянии от принимающего его сигналы средства измерений.

Термин “датчик” в ГОСТ 16263 был помечен как не рекомендуемый, поскольку он отражает только одну из функций первичного измерительного преобразователя – “выдачу информации”.

DFM 400AK. Проточные **датчики** топлива.

Измерительная установка (измерительная машина)

— совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте

Измерительная система

— совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях

Измерительно-вычислительный комплекс

— функционально объединенная совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи

Измерительно-вычислительный комплекс ИМЦ-03 для расчета объема и массы жидких продуктов (товарная и сырая нефть, нефтепродукты) при учетных операциях в составе систем технологического и коммерческого учета, а также для определения и контроля метрологических характеристик преобразователей расхода. "ИМЦ-03" применяют в нефтяной и нефтеперерабатывающей отраслях, на предприятиях транспорта и хранения жидких продуктов.

При выборе измерительных средств пользуются так называемыми метрологическими (берется от слова «метрология» - наука об измерении) показателями.

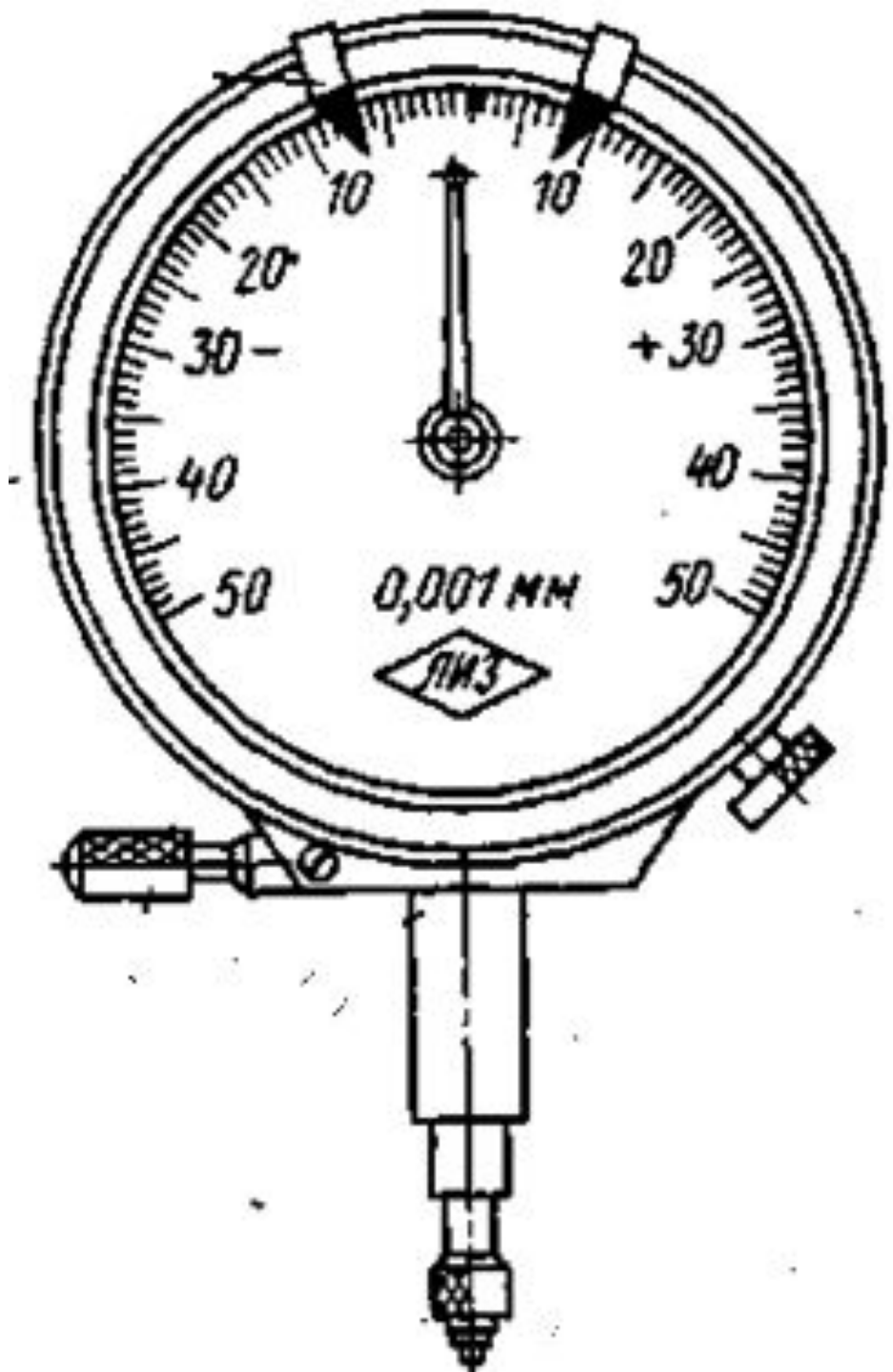
К основным метрологическим показателям относятся:

- цена деления шкалы,
- интервал деления шкалы,
- допускаемая погрешность измерительного средства,
- пределы измерения,
- измерительное усилие.

Цена деления шкалы

- разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Например: у индикатора часового типа цена деления равна 0,001 мм. Если стрелка прибора переместится от одного деления шкалы до другого, это значит, что измерительный наконечник переместился на 0,001 мм.


10
10
20
20
30 –
+ 30
40
40
50
50
0,001 мм
ЛИЗ

Интервал деления шкалы

- это расстояние между соседними делениями шкалы.

У большинства измерительных средств интервал деления составляет от 1 до 2,5 мм. Чем больше интервал деления на шкале, тем удобнее отсчет по шкале, хотя это обычно ведет к увеличению ее габаритов.

Допускаемая погрешность измерительного средства

- наибольшая погрешность, при которой измерительное средство может быть допущено к применению.

Для каждого вида измерительных средств, выпускаемых отечественными предприятиями, обязательно устанавливается допускаемая погрешность.

При рассмотрении погрешности измерений часто выделяется вариация или нестабильность показаний измерительного средства, под которой понимается разность показаний этого средства при многократных измерениях одной и той же величины.

Пределы измерений измерительного средства

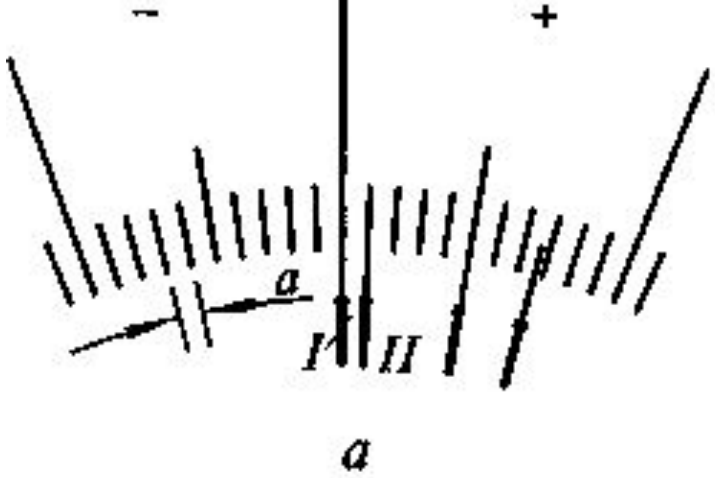
- это наибольший и наименьший размеры, которые можно измерить данным средством.

Пределы измерений по шкале

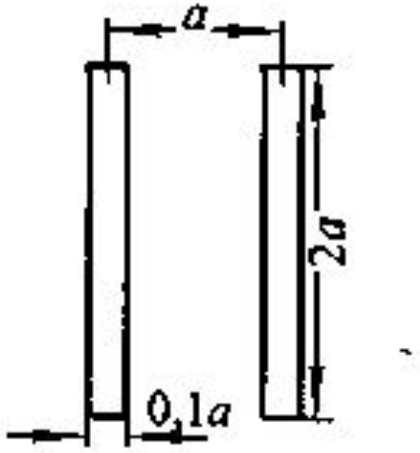
- наибольшее и наименьшее значения размера, которые можно отсчитать непосредственно по шкале.

Измерительное усилие

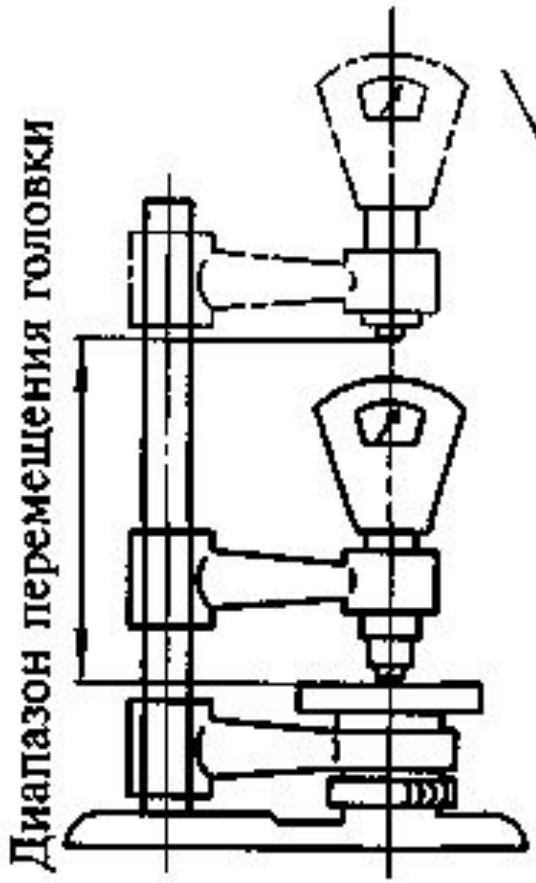
- усилие, возникающее в процессе измерения при контакте измерительных поверхностей с контролируемым изделием.



а



б



Цена деления
шкалы 0,002 мм

в

Основные метрологические характеристики средств измерения